

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 8 月 18 日 (18.08.2005)

PCT

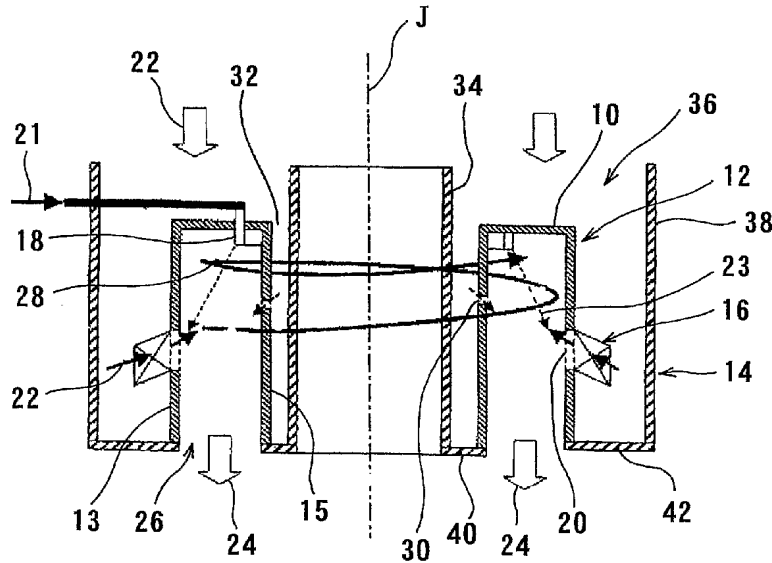
(10) 国際公開番号
WO 2005/075887 A1

- (51) 国際特許分類: F23C 11/00, F23D 11/12, 14/02, 21/00 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/002371 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 天野 俊輔
(22) 国際出願日: 2005 年 2 月 9 日 (09.02.2005) (AMANO, Shunsuke) [JP/JP]; 〒2518502 神奈川県藤
(25) 国際出願の言語: 日本語 沢市本藤沢 4 丁目 2 番 1 号 株式会社 荏原総合研
(26) 国際公開の言語: 日本語 究所内 Kanagawa (JP). 新井 雅隆 (ARAI, Masataka)
(30) 優先権データ: [JP/JP]; 〒3760011 群馬県桐生市相生町 2 - 6 0 8 -
特願2004-032941 2004 年 2 月 10 日 (10.02.2004) JP 7 Gunma (JP).
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会 (74) 代理人: 渡邊 勇, 外 (WATANABE, Isamu et al.);
社 荏原製作所 (EBARA CORPORATION) [JP/JP]; 〒 〒1600023 東京都新宿区西新宿 7 丁目 5 番 8 号
1448510 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 Tokyo (JP). GOWA 西新宿 4 階 Tokyo (JP).
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,

[続葉有]

(54) Title: COMBUSTION APPARATUS

(54) 発明の名称: 燃烧装置



(57) Abstract: A combustion apparatus capable of producing the recirculation of combustion gas by positively controlling the recirculation by a simple structure. The combustion apparatus comprises an annular container (12) having an inner tube part (15) forming an inner peripheral side face, an outer tube part (13) forming an outer peripheral side face, an open end part (26), and a closed end part (10). An air flow (28) having a speed component in the direction of a center axis (J) starting at the open end part (26) toward the closed end part (10) and a speed component in the circumferential direction of the annular container (12) is formed in the apparatus. A fuel (23) is jetted to have a speed composition in the direction of the center axis (J) starting at the closed end part (10) toward the open end part (26) and a speed component in the radial outer direction.

(57) 要約: 本発明に係る燃烧装置は、単純な構造で、燃烧ガス再循環を積極的に制御して発生させることができる。燃烧装置は、内周側面を構成する内筒部 (15) と、外周側面を構成する外筒部 (13) と、開放端部 (26) と、

[続葉有]



WO 2005/075887 A1



LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護
が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

閉鎖端部（１０）とを有する環状容器（１２）を備えている。開放端部（２６）から閉鎖端部（１０）に向かう中
心軸（Ｊ）方向の速度成分及び環状容器（１２）の周方向に旋回する速度成分を有する空気の流れ（２８）を形成
する。閉鎖端部（１０）から開放端部（２６）に向かう中心軸（Ｊ）方向の速度成分及び半径方向外方へ向かう速
度成分を有するように燃料（２３）を噴射する。

明 細 書

燃焼装置

5 技術分野

本発明は、燃焼装置に係り、特に燃焼室に燃焼用空気及び燃料を流入し、燃焼用空気及び燃料を混合して燃焼する燃焼装置に関するものである。

背景技術

- 10 燃焼装置から排出される大気汚染物質、特に窒素酸化物（ NO_x ）に対する規制はますます強化されており、 NO_x の排出を低減する技術が求められている。

窒素酸化物（ NO_x ）は、その生成機構によりサーマル NO_x 、プロンプト NO_x 、そしてフューエル NO_x の3つに大別される。サーマル NO_x は高温において空気中の窒素が酸素と反応して生成されるもので、温度に強く依存する。プロンプト NO_x は、特に燃料過剰の火炎帯で生成される。フューエル NO_x は燃料中に含まれる窒素化合物が関与して生成される。

最近では窒素化合物を含まないクリーン燃料が使用されることが多く、その場合、フューエル NO_x は殆ど生成しない。プロンプト NO_x を低減するには、燃料過剰の設計を希薄燃焼の設計に改めることにより、その生成を抑えることができる。上述したフューエル NO_x 及びプロンプト NO_x の低減と比較すると、サーマル NO_x の低減は最も難しく、近年の NO_x 低減技術の鍵である。

ここで、サーマル NO_x を低減するには、燃焼温度を低下させることが重要である。燃焼温度を低下させるための技術としては、予混合燃焼、特に希薄予混合燃焼、予蒸発、濃淡燃焼、2段燃焼、燃焼ガス再循環などがある。

ガス燃料の場合、燃料を予め空気と良く混合してから着火、燃焼する予混合燃焼により、燃料濃度分布を均一化し、特に希薄燃焼の予混合燃焼では、燃焼温度を低減することができる。しかし、予混合燃焼においては安定燃焼範囲が狭く、逆火や吹飛びが起こり易いという問題がある。また、液体燃料に対しては、予め燃料を蒸発（予蒸発）させないと予混合できないことが欠点である。

液体燃料の場合、燃料が流路断面積の小さいノズルを通過する際に微粒化されて噴射されるが、通常は着火時に燃料の液滴が残り、液滴が蒸発しながら燃焼するため、理論空気比となる場所が必ず存在し、局所的に高温となってしまう

う。そのため、サーマルNO_xの低減には限界がある。

それを解決する技術として、予蒸発がある。予蒸発は、燃焼器内部又は外部に予蒸発部を設け、そこに噴霧した燃料を他からの加熱により蒸発させた後に燃焼させる技術である。予蒸発によれば、気体燃料と同等のサーマルNO_x低減が期待できる反面、予蒸発部の分だけ、燃焼装置のサイズが大きくなってしまいうという欠点を有している。

また、燃料又は空気を数段に分割して燃焼装置内に供給して空気比を燃焼室内の各領域毎に制御することが行われている。この場合には、理論空気比よりも燃料濃度の濃い部分と燃料濃度の薄い部分が意図的に作られ、理論空気比となる混合状態の領域を避けることでサーマルNO_xの低減が図られている。

しかし、かかる技術は、大型の燃焼炉では多くの実績があるが、燃料又は空気の供給系が複雑になるため、小型の燃焼装置には適用できない。また、燃料や空気の供給位置や分割割合の最適値を見出すことや、負荷に対応してこれらを制御することは難しいとされている。

燃焼ガス再循環 (Burnt Gas Recirculation) においては、高温かつ酸素濃度が低い既燃焼ガスを燃焼前の空気と混合することによって、緩慢で均一な燃焼を実現する。これにより、燃焼温度を低下させるとともに、不活性ガスを増加して熱容量を増加せしめ、平均火炎温度を低下させ、以って、サーマルNO_xを低減する。燃焼ガス再循環は、主にボイラ、工業炉の燃焼装置及びエンジンに適用されている。

燃焼ガス再循環を起こす手法としては、保炎器によるもの、外部再循環、内部再循環が挙げられる。なお、煙道ガス再循環 (FGR: Flue Gas Recirculation) 及び排ガス再循環 (EGR: Exhaust Gas Recirculation) と呼ばれる燃焼方式もあるが、これらは燃焼ガス再循環と基本的に同一の技術である。

例えば、特開2002-364812号公報には、気体燃料に対して燃焼ガス再循環を利用した例が開示されており、特許3139978号公報には、気体燃料の予混合燃焼に対して燃焼ガス再循環を利用した例が開示されている。何れも保炎板の下流中央に形成される再循環領域と、燃焼室内に突設した燃焼装置と燃焼室壁との間の空間において燃焼ガスが再循環されるものである。

しかし、保炎板の下流中央での燃焼ガス再循環流は着火前の燃料と空気が混合している部分には及ばず、その作用は単に着火を安定させることに止まる。また、燃焼装置と燃焼室壁との間の空間からの燃焼ガス再循環流は、実際には燃焼装置近傍のみの循環に止まるので、十分に燃焼して高温、低酸素濃度とな

った燃焼ガスは再循環せず、且つ循環量が少ないためサーマルNO_xの低減効果は小さい。

さらに、これらの燃焼装置では、燃焼ガス再循環流が燃焼装置の外側から中心軸方向へ吸引されるようにするため、燃焼室の寸法を燃焼装置の径よりも十分大きくする必要があり、ガスタービンの燃焼装置など燃焼室の寸法をなるべく小さくする必要がある用途には適していない。また、液体燃料に適用するのは難しい。

例えば特開平9-133310号公報には、保炎板により保炎板後方中央から燃焼ガスを再循環させるとともに、火炎を分割浮き上がり火炎として、火炎側方からも燃焼ガスを再循環させる気体燃料に関する技術が開示されている。かかる技術によれば、燃焼ガス再循環の量を大きくすることができるが、分割火炎とするためにバーナの構造が複雑になり、バーナ断面において火炎のない部分があるため、バーナの寸法が大きくなってしまう（容積あたりの燃焼負荷が低い）、という問題を有している。また、この技術を液体燃料に適用するのは難しい。

例えば特開平11-153306号公報に開示されたボイラ用バーナにおけるガス燃料の予混合燃焼器においては、燃焼室壁に複数の予混合気噴射孔が設けられ、一つの予混合気が燃焼ガスとなって隣の予混合気噴射孔めがけて噴射されるようになっている。しかし、予め燃料と空気が混合されているので着火時に燃焼に関与する空気は新鮮空気であり、燃焼開始後に燃焼ガスと始めて混合するため、燃焼を緩慢にする効果が少ないという問題がある。また、ガス燃料の予混合燃焼に関する技術であり、予混合気が次の噴射孔に到達するまでの時間が短く、液体燃料に適用するのは難しいと考えられる。

例えば特許3171147号に開示されたボイラ用バーナにおいては、主に液体燃料に対して、燃料ノズル周りを流れる燃焼用空気の運動エネルギーにより低圧部を作り、炉内の燃焼ガスを吸引して燃焼用空気に燃焼ガスを混合するものである。しかし、燃焼用空気の外側で燃焼ガスを混合するので、燃焼用空気の内側には殆ど混合せず、燃料は先ず燃焼用空気と混合した後に、徐々に燃焼ガスと混合する。従って、燃焼現象を支配するのは通常と同じ酸素濃度を持つ燃焼用空気であり、実際には低酸素濃度下での緩慢な着火、燃焼という狙いを十分に実現できない。また、燃焼ガスを吸引するための構造が複雑である。さらに、分割火炎を採用しているので、バーナの構造が複雑になり、バーナ断面積に対して火炎のない部分があるためバーナの寸法が大きくなってしまう（容

積当たりの燃焼負荷が低い) という問題点が存在する。

例えば、特開 2 0 0 0 - 1 7 9 8 3 7 号公報には、円筒状の燃焼装置内で旋回流を誘起し、その旋回流の中心部は静圧が低下するため、旋回面の法線方向から別の気体を旋回中心に吸引する技術が開示されており、かかる技術は円筒状燃焼装置における 2 次燃焼領域での燃焼ガス再循環に 응용されている。燃焼用の 1 次空気と 2 次空気、それ以外に燃料供給にも夫々旋回流を誘起させる作用を持たせているが、旋回によって導入される燃焼ガスの再循環の効果は 2 次燃焼領域の燃焼制御に止まっていて、火炎の根元近くの燃料濃度の高い領域を燃焼ガス再循環の対象領域としていない。従って、NO_x 低減効果も火炎末端部の温度制御だけの限定した効果となっている。

次に、図 1 ~ 図 4 を参照して、従来の燃焼装置の具体的な構成及びその問題点をさらに詳しく説明する。

従来の汎用の燃焼装置の一例を図 1 に示す。図 1 に示す燃焼装置は、筒型の燃焼装置であって、筒型容器 2 0 0 1 と、流入ケーシング 2 0 0 2 と、仕切り筒 2 0 0 4 と、燃料ノズル 2 0 0 5 と、燃料ノズル 2 0 0 5 の下流に燃料ノズル 2 0 0 5 と同軸に配置された保炎板 2 0 0 6 とを備えている。筒型容器 2 0 0 1 と流入ケーシング 2 0 0 2 と仕切り筒 2 0 0 4 とによって流入流路が形成されている。

燃焼用空気 2 0 1 0 は送風機又は圧縮機 (図示せず) によって流入ケーシング 2 0 0 2 に流入し、仕切り筒 2 0 0 4 と燃料ノズル 2 0 0 5 の間の空間 2 0 1 2 を通った後、保炎板 2 0 0 6 をよぎって筒型容器 2 0 0 1 に流入する。

一方、燃料 2 0 1 4 は燃料ポンプ、ブロワ、又は圧縮機 (図示せず) によって燃料ノズル 2 0 0 5 を介して筒型容器 2 0 0 1 内に噴射される。燃料 2 0 1 4 と燃焼用空気 2 0 1 0 とが混合して燃焼し燃焼ガス 2 0 1 6 が発生する。発生した燃焼ガス 2 0 1 6 は筒型容器 2 0 0 1 の開口端 2 0 0 7 から流出する。

ここで、保炎板 2 0 0 6 は安定した着火をもたらすためのものである。前記保炎板 2 0 0 6 は、図 1 に示す例では開口端 2 0 0 7 側が拡径するような円錐状であり、仕切り筒 2 0 0 4 と燃料ノズル 2 0 0 5 の間の空間 2 0 1 2 を流過する空気の流れをブロックして、燃料ノズル 2 0 0 5 の先端での燃焼用空気 2 0 1 0 の流速を低下させるとともに、保炎板 2 0 0 6 の下流側に下流から逆流する流れ領域 2 0 1 8 を形成する。その逆流 2 0 1 8 は、高温の燃焼ガス 2 0 1 6 を燃料ノズル 2 0 0 5 の先端の直ぐ下流の着火領域に戻す。

しかし、これらの燃焼ガスの逆流は燃料航跡 2 0 1 4 の内側 2 0 2 0 のみで

あり、燃料 2 0 1 4 と空気 2 0 1 0 が混合している部分には及ばない。従って、燃焼ガスの逆流の作用は単に着火を安定させることである。

図 1 に示した燃焼装置をそのまま応用した環状の燃焼装置の一例を、図 2 A 及び図 2 B を参照して説明する。上述したように、図 1 に示す筒型の燃焼装置
5 の場合は保炎板 2 0 0 6 が円錐状であったが、図 2 A 及び図 2 B に示す環状燃焼装置の場合には、図 2 B に示すように、保炎板も環状の保炎板 2 0 0 6 a を用いる。

図 2 B に示すように筒状の燃料ノズル 2 0 0 5 を複数個保炎板 2 0 0 6 a に
10 取り付けてもよいし、環状の燃料ノズル（図示せず）を用いてもよい。燃料ノズル 2 0 0 5 の作用は、図 1 に示す筒型燃焼装置の場合と同様である。

燃焼ガス再循環に注目した従来の燃焼装置の構成、作用及びその問題点について、図 3 を参照して説明する。図 3 に示す燃焼装置は、ボイラや工業炉に適用される筒型燃焼装置であり、図 1 に示した従来の燃焼装置の構成に加えて、
15 燃焼用空気 2 0 1 0 が流過する第 1 の旋回器 2 0 0 3 と、環状容器 2 0 0 1 の外側に配置される第 2 の旋回器 2 0 3 0 と、外筒 2 0 3 1 とを備えている。

旋回器 2 0 0 3 は燃焼用空気 2 0 1 0 の流れを旋回させることによって、旋回流中心において負圧の領域を形成して下流から逆流する流れ領域 2 0 1 9 を形成する。その逆流 2 0 1 9 は高温の燃焼ガス 2 0 1 6 を燃料ノズル 2 0 0 5 の先端の直ぐ下流の着火領域に戻し、保炎板 2 0 0 6 と同様に着火をより安定
20 させる。

第 2 の旋回器 2 0 3 0 が燃焼室壁 2 0 3 2 から離れている場合には、燃焼用空気 2 0 1 0 が流れることによる誘引作用で、第 2 の旋回器 2 0 3 0 を介して燃焼室内の燃焼ガス 2 0 1 6 が吸引され、燃焼用空気 2 0 1 0 と混合して燃焼
25 が起こる。

これが従来技術による燃焼ガスの再循環の代表的な例であるが、燃焼ガス 2 0 1 6 が燃焼用空気 2 0 1 0 の旋回流の外側から導入されているので、燃焼用空気 2 0 1 0 の内側には殆ど混合せず、燃料 2 0 1 4 は先ず燃焼用空気 2 0 1 0 と混合した後に徐々に燃焼ガス 2 0 1 6 と混合する。よって燃焼現象を支配するのは通常と同じ酸素濃度を持つ燃焼用空気 2 0 1 0 であり、実際には低酸素濃度下での着火、燃焼を実現できていない。
30

また、図 3 に示す燃焼装置では、燃焼ガス再循環流が外筒 2 0 3 1 の外側から吸引されるために、燃焼室の寸法が外筒 2 0 3 1 の径よりも十分大きい必要がある。従って、この燃焼装置は、ガスタービンの燃焼装置など、燃焼室の寸

法を極力小さくする必要がある用途には適していない。また、図3に示す燃焼装置は、環状の燃焼装置に適用するには適していない。

従来の環状のガスタービン燃焼装置の構成、作用及び問題点について図4を参照して説明する。従来のガスタービンの燃焼装置は、目的とする温度が理論
5 空気量、すなわち、燃料の燃焼に丁度必要な酸素量を含む空気量による燃焼での火炎温度よりかなり低いためにトータル空気比が非常に低く、通常の炭化水素系の燃料を用いる場合、1段で燃焼させることは困難である。

そのため、燃焼用空気の供給を数段に分割して、先ずその一部（1次空気2040）のみに燃料を混合して燃焼させ、その後に残りの空気を加えることによ
10 って所望の出口温度に対して完全燃焼を実現している。

容器2001aの内部で1段目の燃焼用空気が燃料と混合する位置から2段目の空気流入部までを1次燃焼領域2042と言う。ガスタービンの燃焼において、燃焼効率が低下して未燃成分が排出されたり、NO_x生成が増加したりしないように1次燃焼領域2042の下流で空気を加えるための技術的工夫は、
15 多く公知となっている。

なお、図4において、符号2044は容器2001aに形成された空気孔を、符号2046はその空気孔2044から容器2001a内に流入する2次及び希釈空気を示す。

上述したように、燃焼ガス再循環による低酸素濃度下の燃焼がサーマルNO_xの低減に有効であることが知られている。しかし、燃焼ガス再循環による低酸素濃度下の燃焼に注目した従来の燃焼装置においては、十分な燃焼ガス再循環の量とNO_x低減効果があり、かつ液体燃料でも予蒸発燃焼を実現し、気体燃料と同様に予混合燃焼を実現できるものは見当たらない。

25 発明の開示

本発明は上述した従来技術の問題点に鑑みて提案されたものであり、構造が比較的単純であり、燃焼ガス再循環の効果を最大限に発揮し、液体燃料の予蒸発、気体燃料／液体燃料の予混合燃焼、及び低酸素濃度における緩慢燃焼を実現し、NO_xの生成を抑制した燃焼を実現することができる燃焼装置の提供を
30 目的としている。

また本発明は、耐高温を目指したセラミック化を低コストで実現するのに適しており、特にガスタービン用燃焼装置に適用した場合に構造を単純化することができて、コストダウン可能な燃焼装置の提供を目的としている。

本発明の第1の態様によれば、単純な構造で、燃焼ガス再循環を積極的に制御して発生させることができる燃焼装置が提供される。この燃焼装置は、内周側面を構成する内筒部と、外周側面を構成する外筒部と、開放端部と、閉鎖端部とを有する環状容器と、上記環状容器の上記開放端部から上記閉鎖端部に向かう上記環状容器の中心軸方向の速度成分を有するように、上記環状容器内に燃焼用空気を供給する空気供給部と、上記環状容器の上記閉鎖端部から上記開放端部に向かう上記環状容器の中心軸方向の速度成分を有するように、上記環状容器内に燃料を供給する燃料供給部とを備えている。上記燃料供給部から離隔した領域で上記環状容器内に供給された燃焼用空気の流れが燃料の航跡と最初に交わり、上記燃料供給部近傍の領域で燃料の航跡と再び交わる。

本発明によれば、断面が環状の燃焼室を有し、該燃焼室では、燃料供給手段から離隔した領域で供給された空気の流れが供給された燃料の航跡と最初に交わり、燃料供給手段近傍の領域で供給された燃料の航跡と再び交わるように構成されているので、単純な構造で、燃焼ガス再循環を積極的に発生させることができる。そのため、本発明を汎用の燃焼装置に適用した場合には、安定性が高く、且つ燃焼ガス再循環の作用を最大限に発揮することができる。

そして、高い安定性で燃焼ガス再循環の作用を最大限に発揮することができるため、高温且つ低酸素濃度の燃焼ガスで燃焼させることができる。そのため、従来の技術では低 NO_x 化が困難であった液体燃料の場合であっても、安定的な蒸発挙動を持った予蒸発燃焼、気体燃料・液体燃料を問わない予混合燃焼、緩慢な燃焼を行い、均一で最高火炎温度の低い燃焼、及び燃焼ガス中の不活性ガスの熱容量による平均火炎温度の低い燃焼を実現することができる。従って、従来技術では困難であったサーマル NO_x の抑制を、実現することができるのである。

ここで、断面が環状の燃焼室において、空気流の航跡と燃料流の航跡とを同一にすることなく、空気流の航跡と燃料流の航跡とが2回交わり、空気流の航跡が最初に燃料流の航跡と交わるのは燃料航跡の先端近傍の領域で、空気流の航跡が燃料流の航跡と2回目に交わるのは、燃料流の航跡の根元から先端近傍までの範囲であるようにするためには、例えば、空気流と燃料流とが対向しており、空気は出口方向から逆向きに流れ且つ燃料は出口方向へ流れ、燃料は噴射した側から離隔するに連れて燃焼室の中心軸と直交する方向の外側（筒状容器であれば半径方向外方）へ広がるようにすれば良い。

本発明の第2の態様によれば、単純な構造で、燃焼ガス再循環を積極的に制

御して発生させることができる燃焼装置が提供される。この燃焼装置は、内周側面を構成する内筒部と、外周側面を構成する外筒部と、開放端部と、閉鎖端部とを有する環状容器と、上記環状容器の中心軸方向に上記閉鎖端部から離隔した位置で環状容器の外周側面を貫通して形成され、上記環状容器内に燃焼用
5 空気を供給する流入流路と、上記環状容器の閉鎖端部の内側に設けられ、上記環状容器内に燃料を供給する燃料ノズルとを備えている。上記流入流路は、上記開放端部から上記閉鎖端部に向かう上記環状容器の中心軸方向の速度成分及び上記環状容器の周方向に旋回する速度成分を有する空気の流れを形成するように構成されている。上記燃料ノズルは、上記閉鎖端部から上記開放端部に向
10 かう上記環状容器の中心軸方向の速度成分及び半径方向外方へ向かう速度成分を有するように燃料を上記流入流路に向けて噴射するように構成されている。

本発明の第3の態様によれば、単純な構造で、燃焼ガス再循環を積極的に制御して発生させることができる燃焼装置が提供される。この燃焼装置は、内周側面を構成する内筒部と、外周側面を構成する外筒部と、開放端部と、閉鎖端
15 部とを有する環状容器と、上記環状容器内に燃焼用空気を供給する流入流路と、上記環状容器内に燃料を供給する燃料ノズルとを備えている。上記外筒部は、上記閉鎖端部から上記環状容器の中心軸に沿って所定の距離だけ離れた位置で径が小さくなっている。上記流入流路は、上記外筒部の径が小さくなっている部分に形成されるとともに、上記開放端部から上記閉鎖端部に向かう上記環状
20 容器の中心軸方向の速度成分及び上記環状容器の周方向に旋回する速度成分を有する空気の流れを形成するように構成されている。上記燃料ノズルは、上記閉鎖端部から上記開放端部に向かう上記環状容器の中心軸方向の速度成分及び半径方向外方へ向かう速度成分を有するように燃料を上記流入流路に向けて噴射するように構成されている。

25 本発明の第4の態様によれば、単純な構造で、燃焼ガス再循環を積極的に制御して発生させることができる燃焼装置が提供される。この燃焼装置は、内周側面を構成する内筒部と、外周側面を構成する外筒部と、開放端部と、閉鎖端部とを有する環状容器と、上記環状容器の中心軸と略同軸に且つ上記外筒部の開放端部側に配置され、上記外筒部の径よりも小さな径を有する筒状部材と、
30 上記外筒部の端部と上記筒状部材の外周面とを接続する環状の接続部材と、上記接続部材に形成され、上記環状容器内に燃焼用空気を供給する流入流路と、上記環状容器の閉鎖端部の内側に設けられ、上記環状容器内に燃料を供給する燃料ノズルとを備えている。上記流入流路は、上記開放端部から上記閉鎖端部

に向かう上記環状容器の中心軸方向の速度成分及び上記環状容器の周方向に旋回する速度成分を有する空気の流れを形成するように構成されている。上記燃料ノズルは、上記閉鎖端部から上記開放端部に向かう上記環状容器の中心軸方向の速度成分及び半径方向外方へ向かう速度成分を有するように燃料を上記流入流路に向けて噴射するように構成されている。

本発明の第5の態様によれば、単純な構造で、燃焼ガス再循環を積極的に制御して発生させることができる燃焼装置が提供される。この燃焼装置は、内周側面を構成する内筒部と、外周側面を構成する外筒部と、開放端部と、閉鎖端部とを有する環状容器と、上記環状容器の中心軸と略同軸で上記開放端部側に配置された環状部材であって、内周側面を構成する内筒部と、外周側面を構成し、上記環状容器の外筒部の径よりも小さな径を有する外筒部と有する環状部材と、上記環状容器の外筒部の上記開放端部側の端面と上記環状部材の外筒部の外周面とを接続する環状の第1の接続部材と、上記環状容器の内筒部の上記開放端部側の端面と上記環状部材の内筒部の上記閉鎖端部側の端面とを接続する第2の接続部材と、上記第1の接続部材に形成され、上記環状容器内に燃焼用空気を供給する流入流路と、上記環状容器の閉鎖端部の内側に設けられ、上記環状容器内に燃料を供給する燃料ノズルとを備えている。上記流入流路は、上記開放端部から上記閉鎖端部に向かう上記環状容器の中心軸方向の速度成分及び上記環状容器の周方向に旋回する速度成分を有する空気の流れを形成するように構成されている。上記燃料ノズルは、上記閉鎖端部から上記開放端部に向かう上記環状容器の中心軸方向の速度成分及び半径方向外方へ向かう速度成分を有するように燃料を上記流入流路に向けて噴射するように構成されている。

上記環状容器の内筒部に、上記環状容器内に空気を流入するための付加的な流入流路を設けてもよい。上記環状容器の閉鎖端部の内筒部近傍で且つ上記燃料ノズルの半径方向内方に付加的な流入流路（補助空気流入口）を設け、上記環状容器の中心軸方向へ空気が流れるように構成してもよい。上記環状容器の外筒部に、上記環状容器の半径方向内方へ空気を流入するための付加的な流入流路を設けてもよい。上記燃焼装置は、上記環状容器内部の閉鎖端部及び／又は上記環状容器の外筒部の閉鎖端部近傍に、空気の旋回流を上記閉鎖端部近傍で抑制する整流構造をさらに備えていてもよい。

上記燃焼装置は、上記環状容器内部の閉鎖端部及び／又は上記環状容器の外筒部の閉鎖端部近傍に、上記開放端部から上記閉鎖端部に向かう上記環状容器の中心軸方向の速度成分を持ち且つ上記環状容器の周方向へ旋回する空気の流

れを、上記閉鎖端部近傍で半径方向内方に向かう流れに変換する整流構造（ガイドベーン）をさらに備えていてもよい。

上記環状容器の外筒部の上記中心軸方向について上記流入流路より上記閉鎖端部に近い位置に付加的な燃料ノズルを設けてもよい。

- 5 本発明によれば、上記燃料流は、燃焼室中心軸方向の速度成分と燃焼室中心軸から燃焼室壁面、つまりは半径方向外方に向かう方向の速度成分とを有し、上記空気流は、燃焼室中心軸方向については燃料の流れと対向する向きの速度成分を有し且つ周方向へ旋回する速度成分を有するように構成されており、燃料の流れは燃焼装置の出口方向へ向かう速度成分を有しており、燃焼用空気の
10 流れは出口方向と逆方向へ向かう速度成分を有しているので、上述した流れを実現することができる。

- そして本発明では、空気供給手段（流入流路）から燃焼室内に供給された空気の流れの一部が低温の燃焼ガス或いは燃焼ガスとはならない空気流として、燃焼室内壁面に沿って流れる。その結果、燃焼装置の内壁は、低温の燃焼ガス
15 或いは燃焼ガスとはならない空気流によって、燃焼装置内部の熱から保護される。その結果、燃焼熱に対する耐久性の高い燃焼装置の提供が実現する。

- 上述したように、本発明によれば、燃焼ガス再循環を積極的に制御して発生させることができる単純な構造が提供されるので、セラミックス等の耐熱材料の使用が容易で、分解及び部品交換が容易で、しかも、整備性に優れた燃焼装置が実現する。
20

また、補助燃料ノズルを設けた場合は、気体燃料／液体燃料の混焼や、低発熱量の燃料や廃液の燃焼においても、サーマルNO_xの生成を抑制できる。

- 上述したような構成を具備する本発明を、1次燃焼領域としてガスタービン燃焼装置に適用した場合には、単純な構造で燃焼ガス再循環を積極的に発生させることができるので、ガスタービン燃焼装置の1次燃焼領域において、安定性が高く、且つ燃焼ガス再循環の作用を最大限に発揮することができる。
25

- そして、高い安定性を有することに起因して、本発明を適用したガスタービン燃焼装置においては、1次燃焼領域をより希薄に設計できるので、平均燃焼温度を低く抑えて、サーマルNO_xの生成をさらに抑制できるという作用効果を奏する。
30

また、本発明の燃焼装置を適用したガスタービン燃焼装置では、高い安定性で燃焼ガス再循環の作用を最大限に発揮することができるため、例えば従来の技術では低NO_x化が困難であった液体燃料の場合であっても、サーマルNO

xの生成を抑制できる。

また、上述した通り、本発明の燃焼装置では、内壁が好適に低温の空気流によって冷却されるため、耐久性の高いガスタービン燃焼装置を提供できる。

さらに、本発明の燃焼装置では構造が簡単であることに起因して、セラミックス等の耐熱材料の使用が容易で、且つ分解、交換が容易になされるため、整備性に優れたガスタービン燃焼装置の提供が実現する。

これに加えて、本発明の燃焼装置を適用したガスタービンでは、1次燃焼領域の外側に空気が流れず、ライナを露出させた構造とすることができるため、燃料ノズルや点火装置等を単純な構造で配置でき、コストダウンが可能である。

これに加えて、ケーシングに対するライナの熱膨張を低減できるため構造が単純になり、更なるコストダウンが可能である。

そして、補助燃料ノズルを設けた燃焼装置でガスタービンを構成すれば、気体燃料／液体燃料の混焼や低発熱量の燃料や廃液の燃焼においてもサーマルNOxの生成を抑制できる。

15

図面の簡単な説明

図1は、従来の筒状燃焼装置を示す断面図である。

図2Aは、従来の環状燃焼装置を示す断面図である。

図2Bは、図2Aの正面図である。

20 図3は、従来の筒状燃焼装置の他の例を示す断面図である。

図4は、従来のガスタービン用環状燃焼装置を示す断面図である。

図5は、本発明の第1実施形態における燃焼装置を示す斜視図である。

図6は、図5の断面図である。

図7は、本発明の第2実施形態における燃焼装置を示す斜視図である。

25 図8は、図7の断面図である。

図9は、本発明の第3実施形態における燃焼装置を示す斜視図である。

図10は、図9の断面図である。

図11は、本発明の第4実施形態における燃焼装置を示す斜視図である。

図12は、図11の断面図である。

30 図13は、本発明の実施形態における旋回器の一例を示す斜視図である。

図14は、本発明の実施形態における旋回器の他の例を示す斜視図である。

図15は、本発明の実施形態における旋回器の他の例を示す斜視図である。

図16は、本発明の実施形態における流入ケーシングの他の例を示す断面図

である。

図 1 7 は、本発明の実施形態における流入ケーシングの他の例を示す斜視図である。

図 1 8 は、図 1 7 の断面図である。

5 図 1 9 は、本発明の実施形態における燃料ノズルの他の例を示す斜視図である。

図 2 0 は、図 1 9 の断面図である。

図 2 1 は、本発明の実施形態における作用を示す斜視透視図である。

図 2 2 A は、図 2 1 の部分拡大断面図である。

10 図 2 2 B は、図 2 2 A の拡大図である。

図 2 3 は、本発明の第 5 実施形態における燃焼装置を示す断面図である。

図 2 4 は、本発明の第 6 実施形態における燃焼装置を示す断面図である。

図 2 5 は、本発明の第 7 実施形態における燃焼装置を示す斜視透視図である。

図 2 6 は、本発明の第 8 実施形態における燃焼装置を示す斜視透視図である。

15 図 2 7 は、本発明の第 9 実施形態における燃焼装置を示す斜視透視図である。

図 2 8 は、本発明の第 1 0 実施形態における燃焼装置を示す斜視透視図である。

図 2 9 は、本発明の第 1 1 実施形態における燃焼装置を示す斜視透視図である。

20 図 3 0 は、本発明の第 1 2 実施形態における燃焼装置を示す斜視透視図である。

図 3 1 は、本発明の第 1 3 実施形態における燃焼装置を示す断面図である。

図 3 2 は、本発明の第 1 4 実施形態における燃焼装置を示す斜視図である。

図 3 3 は、図 3 2 の断面図である。

25 図 3 4 は、本発明の第 1 5 実施形態における燃焼装置を示す断面図である。

図 3 5 は、本発明の第 1 6 実施形態における燃焼装置を示す断面図である。

図 3 6 は、本発明の第 2 実施形態における燃焼装置において旋回器を用いない場合を示す斜視図である。

図 3 7 は、図 3 6 の断面図である。

30 図 3 8 は、本発明の燃焼装置をガスタービン発電機に適用した例を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施形態における燃焼装置について図5から図38を参照して説明する。なお、各実施形態において同一部分には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

- 5 先ず、図5及び図6を参照して、第1実施形態における燃焼装置を説明する。図5に示す燃焼装置は、一端（閉鎖端部）10が閉じられた環状容器12と、流入ケーシング14と、旋回器16と、前記環状容器12の上端（閉鎖端部）10の裏面に設けた燃料ノズル18とを備えている。環状容器12の外周（後述の外筒部13）側面には、複数の空気流入部20が共通ピッチで形成されて
10 おり、この空気流入部20を介して燃焼用空気22が環状容器12内に流入される、空気流入部20、流入ケーシング14、及び旋回器16により流入流路が形成されている。

- 前記環状容器12は、図6に詳細を示すように、内筒部15と、外筒部13とを有し、その内筒部15及び外筒部13とが、前記閉鎖端部10によって閉
15 塞するように構成されている。環状容器12の下端は開放された燃焼ガスの出口26となる。環状容器12の内筒部15において、前記外筒部13に形成された空気流入部20よりも上方側の位置には複数の内側空気流入部30が形成されている。

- 前記旋回器16は、図5及び図6では明確に描かれていないが、例えば、前
20 記共通ピッチの複数の空気流入部20と同数で、中心軸に対して法線方向ではなく振れつつ、斜め上方に配置され、内方の端部が前記空気流入部20近傍に接続されるような案内羽根を有している。その他の詳しい旋回器16の構成については後述する。

- 前記流入ケーシング14は、環状容器12の内筒部15の内側に所定の隙間
25 部32が形成されるように配置された内筒34と、環状容器12の外筒部13の外側に所定の隙間部36が形成されるように配置された外筒38と、前記内筒34の下端と環状容器12の内筒部15の下端を接続する内側底部材40と、前記外筒38の下端と環状容器12の外筒部13の下端を接続する外側底部材42とを有している。

- 30 前記燃料ノズル18は、図5及び図6では明確に描かれていないが、例えば、中空材で作成された単一の環に多数の孔（噴孔）を穿孔したり、多数のノズルチップを取り付けることによって実現出来る。

上述したように構成された燃焼装置では、燃焼用空気22は、送風機又は圧

縮機（図示せず）によって前記流入ケーシング 14 の外筒 38 と環状容器 12 の外筒部 13 とで形成された前記隙間 36 に流入し、旋回器 16 を経由して空気流入部 20 から斜め上方向きに環状容器 12 に流入する。燃料 21 は燃料ポンプ、ブロー、又は圧縮機（図示せず）によって燃料ノズル 18 を介して環状容器 12 内に噴射される。環状容器 12 内では、燃料 21 と燃焼用空気 22 が混合して燃焼し、燃焼ガス 24 が環状容器 12 の開口端 26 から排出される。

第 1 実施形態においては、図 6 に示すように、燃焼用空気 22 が環状容器 12 の閉鎖端部 10 から環状容器 12 の軸方向に所定距離だけ離れた位置において、環状容器 12 の閉鎖端部 10 から開放端部 26 に向かう向き（出口方向）に対して逆向きの速度成分を持って（前記空気流入部 20 から斜め上方に向かって）環状容器 12 内に流入して旋回する。すなわち、空気流入部 20 から環状容器 12 内に流入する空気 22 は、環状容器 12 の中心軸 J 方向を開放端部 26 から閉鎖端部 10 に向かう速度成分及び環状容器 12 の周方向を旋回する速度成分を有する流れ 28 を形成する。

それとともに、燃料 23 が環状容器 12 の閉鎖端部 10 から出口 26 方法に向けて、環状容器 12 の中心軸に対して径方向に広がり角度を持って、且つ、燃焼用空気 22 の流入部 20 をめがけて噴射される。すなわち、燃料 23 は、流入部 20（流入流路）に向けて、中心軸 J 方向を閉鎖端部 10 から開放端部 26 に向かう速度成分及び半径方向外方へ向かう速度成分を有して噴射される。

さらに、前記内側空気流入部 30 からは環状容器 12 内において斜め下方に向かって、空気 22a が流入するので、環状容器 12 の内筒部 15 の内壁を好適に冷却する。

図示はしないが、空気流入部 20 の環状容器 12 側面に対する開口割合や形状及びピッチは任意に設定できる。また、図示しないが燃焼用空気 22 の環状容器 12 への流入部 20 において、流入する燃焼用空気 22 の流れを、出口 26 と逆向きの速度成分を持つ限りにおいて偏向する構造を設けてもよい。

なお、図 6 において、符号 28 は、空気流入部 20 から流入した燃焼用空気 22 と、燃料が混合、燃焼して発生した燃焼ガスにより構成され、出口 26 と逆方向に大きな速度成分を有する旋回流を示す。

次に、図 7 及び図 8 を参照して第 2 実施形態における燃焼装置を説明する。図 7 及び図 8 に示す燃焼装置では、図 5 及び図 6 の第 1 実施形態における環状容器 12 を、外筒部 113 を絞った構造（段付構造）を有する環状容器 112 に置き換えた実施形態である。その段付部 100、すなわち環状容器 112 の

外筒部 1 1 3 の外径が不連続に変化する部分に空気流入部 2 0 が形成されている。

旋回器 1 6 及び流入ケーシング 1 4 については後述の図 1 1 及び図 1 2 の第 4 実施形態と概略同様であり、旋回器 1 6 及び流入ケーシング 1 4 に関する詳細説明は第 4 実施形態の説明の際に行う。

そのように構成された第 2 実施形態によれば、前記空気流入部 2 0 から環状容器 1 1 2 に流入する燃焼用空気 2 2 が出口 2 6 と逆方向により大きな速度成分を持った旋回流 2 8 を形成するように環状容器 1 1 2 内に流入する。すなわち、環状容器 1 1 2 に流入した空気 2 2 は、環状容器 1 1 2 の中心軸 J 方向を開放端部 2 6 から閉鎖端部 1 1 0 へ向かう速度成分を持ち、且つ、周方向へ旋回する速度成分を有する流れ 2 8 を形成する。

それとともに、燃料 2 3 は、空気流入部 2 0（流入流路）に向けて、中心軸 J 方向を閉鎖端部 1 1 0 から開放端部 2 6 に向かう速度成分及び半径方向外方へ向かう速度成分を有して噴射される。

図 7 及び図 8 において、環状容器 1 1 2 の外筒部 1 1 3 の断面変化部 1 0 0 は環状容器 1 1 2 の軸方向に直交して描かれているが、角度は任意である。また、図示しないが、空気流入部 2 0 の開口割合や形状及びピッチに関しても任意に設定できる。さらに、図示はしないが、空気流入部 2 0 において流入する燃焼用空気 2 2 の流れを偏向させる構造を設けてもよい。なお、図 8 において、符号 1 1 5 は環状容器 1 1 2 の内筒を、符号 1 1 0 は環状容器 1 1 2 の閉鎖端部を示す。

次に、図 9 及び図 1 0 を参照して、本発明の第 3 実施形態の燃料装置を説明する。図 9 及び図 1 0 に示す燃焼装置では、図 7 及び図 8 の第 2 実施形態における環状容器 1 1 2 を、製作上の要請に応じて、以下のような環状容器 2 1 2 に置き換えた実施形態である。環状容器 2 1 2 は、断面変化部分（段付部）で、環状容器 2 1 2 の内周側側面（内筒部） 2 1 5 を下流側に延長し、そして、2 次筒 2 0 0（筒状部材）を別途設けている。

図 1 0 から明らかなように、2 次筒 2 0 0 は、環状容器 2 1 2 の外筒部 2 1 3 に完全に受容されてしまう程度に小さい。すなわち、2 次筒 2 0 0 の横断面積は環状容器 2 1 2 の外筒部 2 1 3 の断面積よりも小さく、当該外筒部 2 1 3 を延長した仮想円筒形内に 2 次筒 2 0 0 が完全に包含されてしまう。

環状容器 2 1 2 の外筒部 2 1 3 の開放端部 2 6 側の端部 2 1 3 a と、2 次筒 2 0 0 の閉鎖端部 2 1 0 側寄りの外周面とは、環状の接続部材 2 7 0 で接続さ

れており、接続部材 270 には空気流入部 20 (流入流路) が形成されている。
一方、環状容器 212 の内筒部 215 は、2 次筒 200 と略同軸に、環状容器
212 の開放端部 26 側に延長された形状となっている。

図 9 及び図 10 の第 3 実施形態によれば、環状容器 212 と 2 次筒 200 と
5 接続部材 270 により燃焼室を構成するようになっているので、燃焼装置の組
み立てが容易である。

この第 3 実施形態においても、流入部 20 から環状容器 212 内に流入した
空気は、環状容器 212 の中心軸 J 方向を開放端部 26 から閉鎖端部 210 に
向かう速度成分を持ち、且つ、環状容器 212 の周方向へ旋回する流れ 28 を
10 形成する。それとともに、燃料は、流入部 20 (流入流路) に向けて、中心軸
J 方向を閉鎖端部 210 から開放端部 26 に向かう速度成分及び半径方向外方
へ向かう速度成分を有して噴射される。

図 9 及び図 10 の第 3 実施形態では、特に図 10 で示すように、閉鎖端部 2
10 の内側であって、内筒部 215 近傍で且つ前記燃料ノズル 18 の半径方向
15 内方に、補助空気流入口 271 (付加的な流入流路) を設け、環状容器 212
の中心軸 J 方向へ空気が流れるように (矢印 272 で示す) 構成されている。
これにより、内筒部 215 の内壁面 215a に沿って空気 272 が流れること
となり、内筒部 215 の内壁面 215a が効率的に冷却される。ここで、補助
空気流入口 271 は、図 9 では矢印で示されている。

20 この補助空気流入口 271 については、図 9 及び図 10 の第 3 実施形態のみ
ならず、図 5 ~ 図 8 の第 1 実施形態及び第 2 実施形態でも適用することができ
る。同様に、図 11 以下で後述するその他の実施形態についても、補助空気流
入口 271 から空気流 271 を噴射して内筒部内壁面 215a を冷却する構成
を適用することが可能である。

25 次に、図 11 及び図 12 を参照して第 4 実施形態における燃焼装置を説明す
る。図 11 及び図 12 に示す燃焼装置では、図 7 及び図 8 の第 2 実施形態にお
ける環状容器 112 を、製作上の要請に応じて以下のような環状容器 312 に
置き換えた実施形態である。環状容器 312 は、断面変化部分 (段付部) 40
0 で 2 次環状容器 (環状部材) 402 と、第 1 の接続部材 270 と、第 2 の接
30 続部材 470 とに分割された構成にした実施形態である。

図 12 において、符号 404 は 2 次環状容器 402 の内筒部を示し、符号 4
06 は 2 次環状容器 402 の外筒部を示す。図 12 から明らかなように、2 次
環状容器 402 の外筒部 406 は、環状容器 312 の外筒部 213 に完全に受

容されてしまう程度に小さい。すなわち、2次環状容器402の外筒部406の横断面積は環状容器312の外筒部213の断面積よりも小さく、当該外筒部213を延長した仮想円筒形内に2次環状容器402の外筒部406が完全に包含されてしまう。

- 5 そして、環状容器312の外筒部213の開放端部26側の端部213aと、2次環状容器402の外筒部406の閉鎖端部210側寄りの外周面とは、環状の第1の接続部材270で接続されており、接続部材270には空気流入部20（流入流路）が形成されている。一方、2次環状容器402の内筒部404は、環状容器312の内筒部215の延長上に位置しており、2次環状容器
10 402の内筒部404と環状容器312の内筒部215は第2の接続部材470で接続されている。

- なお、図11及び図12では、環状容器312の内筒部215と2次環状容器402の内筒部404とは同一の内径寸法に表示されているが、環状容器312の内筒部215の内径寸法と、2次環状容器402の内筒部404の内径寸法とは相違していても良い。
15

 図11及び図12の第4実施形態によれば、環状容器312と、2次環状容器402と、両者を接続する第1の接続部材270及び第2の接続部材470により、燃焼室を構成するようになっているので、燃焼装置の組み立てが容易である。

- 20 次に、旋回器16について、図13～図15を参照して、以下に詳述する。旋回器16は一般的には図13に示すように、内筒50と外筒52の間に流れを偏向する旋回羽根54を配置して空気導入路56を形成して構成する。また、他の旋回器16として、図14に示すように環状部材58に流れを偏向する空気導入路56aを開口してもよい。その際の空気導入路56aの形状は任意である。或いは、旋回器16と同様の作用を実現するさらに別の構成として、図
25 15に示すように、前記接続部材270の空気流入部20毎に分割された空気導入路56bを、前記接続部材270に取り付けて構成してもよい。

- また、図13及び図14の構成の旋回器16では、旋回器16が接続部材を兼ねてもよい。即ち、図13の例において、内筒50と外筒52とを廃止して、
30 第3実施形態の2次筒200（図9及び図10参照）と容器212（図9及び図10参照）とを旋回羽根54で接続することにより、また、第4実施形態の2次環状容器402（図11及び図12参照）と環状容器312とを旋回羽根54で接続することにより、旋回羽根54が接続部材270を兼ねることがで

きる。図14の例においては、環状部材58が接続部材270（図9～図12）を兼ねることができる。

なお、図9、図10、図11及び図12において、第1の接続部材270は環状容器312及び2次環状容器402の軸方向に直交して描かれているが、
5 角度は任意である。図示はしないが、空気流入部20の開口割合や形状及びピッチは任意に設定できる。また、旋回器16は軸流形状に描かれているが、旋回器16外周からも燃焼用空気22が流入する斜流形状としてもよい。さらに、図示はしないが、空気流入部20において流入する空気22の流れを径方向に偏向する構造を設けてもよい。

10 流入ケーシング14は、図16に示すように、遠心圧縮機、タービンに適した所謂逆流型の流入ケーシング14bとしてもよい。

また、環状容器312（環状容器12、112、212も含む）の内周側が耐熱性材料で形成されている場合で環状容器312の内周側に空気流入孔20
15 がなくてもよい場合は、図17及び図18に示すように、流入ケーシング14cは環状容器312と一体化してもよい。その場合の流入ケーシング14cは環状容器312の空気流入部20よりも閉鎖端部210側、又は環状容器312全体を流入ケーシング14cで包囲して2重構造とする必要がなくなるので、燃料ノズル18や図示しない点火装置を、流入ケーシング14cを貫通することなく取り付けることができる。すなわち、構造が単純になり、コストダウン
20 が可能となる（その場合、露出した環状容器312は断熱材で断熱することが望ましい）。

ケーシングに関しては、図示はしないが、図15に示すような分割された空気導入路56bで旋回器16の作用を果たす場合、空気導入路56bに例えば延長管を接続して、その延長管を合流させた流入管を設けて流入ケーシング1
25 4に変えてもよい。他の空気導入路がある場合も同様である。

燃料ノズルの構成方法としては、単一の環型燃料ノズル18（図5～図12）に変えて、図19及び図20に示すように、複数のノズル18aを略同心円状に配置してもよい。この場合も、燃料が環状容器312の閉鎖端部210から出口26方向に向けて、環状容器312の中心軸に対して径方向外方に角度を持って噴流状、又は比較的小さい広がり角度の円錐状に、又は扇状に、且つ、
30 燃焼用空気の流入部20をめがけて噴射される限りにおいて、単一のノズルと同様の作用が実現できる。ノズル18aを複数とすることで、特に大型の燃焼装置で単一のノズルが適用しにくい場合に有効である。

以上の旋回器、ケーシング、燃料ノズルに関する同様な構造は第1実施形態～第4実施形態、及び以降の全ての実施形態においても適用可能である。

上述した実施形態の作用について、図21、図22A、図22Bに示す第4実施形態を例にとって、以下においてさらに詳しく説明する。

5 図21及び図22Aにおいて、燃料21は燃料ノズル18から環状容器312の中心軸J（図22A参照）に対して径方向外側に広がり角度を持って噴射される。すなわち、空気流入部20に向けて、中心軸J方向を閉鎖端部210から開放端部26に向かう速度成分及び半径方向外方へ向かう速度成分を有して噴射される。

10 環状容器312の軸方向に対して広がり角度を持って噴射された燃料のいくつかの燃料航跡23a、23b（図21参照）を考える。燃焼用空気22は、図22Aにおいて、図示しない送風機又は圧縮機によって前記流入ケーシング14の外筒38と環状容器312の外筒部213とで形成された前記隙間36に流入し、旋回器16を経由して前記接続部材270に形成された図示しない
15 空気流入部から環状容器312内に流入する。環状容器312に流入した燃料用空気22bは、環状容器312内を出口26とは逆方向に回転しながら遡り、一つの航跡23aと位置25で交わる（図21参照）。換言すれば、空気流入部から環状容器312内に流入した空気22bは、環状容器312の中心軸J方向を開放端部26から閉鎖端部210に向かう速度成分を持ち、且つ、環状
20 容器312の周方向へ回転する流れ28を形成する。

液体燃料の場合を考えたとき、位置25において燃料航跡23aを経由してきた燃料21は幾分蒸発して粒子の径が小さくなっており、且つ空気流の中を進んできたためにノズル18の出口近傍と比べて速度が遅く、且つ燃料21と燃料用空気22の速度が対向する向きになっているため、燃料21は燃焼用空
25 気22bの流れに乗り、着火して火炎を形成して燃焼する。

燃焼用空気22bは環状容器312を出口と逆方向に回転しながらさらに遡上しつつ、高温低酸素濃度の燃焼ガス24bとなる。そして環状容器312の閉鎖端部210に近づくに連れて環状容器312の中心軸寄りに向きを変え、環状容器312の内筒215寄りにおいて出口26方向に向きを変え位置27
30 において燃料航跡23bを横切る。即ち、燃焼ガス再循環が起こる。なお、燃焼ガス24aが横切る燃料航跡23bは燃料航跡23aと同じであってもよい。

位置27（図21参照）において、高温、低酸素濃度の燃焼ガス24bは燃料を着火させずに予蒸発させる。蒸発した燃料は燃焼ガス24bに伴流し、燃

焼ガス 24 b が高温ではあるが、低酸素濃度であるので燃焼速度を抑制するため、蒸発した燃料はすぐには着火せず予混合される。そして、所定時間経過の後、着火して燃焼し、燃焼ガス 24 b はさらに高温、低酸素濃度の燃焼ガス 24 となって出口 26 から排出される。

- 5 従来技術とは異なり、第 4 実施形態では、大部分の燃料が燃焼用空気 22 と最初に接触することなく、最初に燃焼ガス 24 b と接触することで、実際に低酸素濃度下で着火、燃焼が実現できることが重要である。

図 21、図 22 A 及び図 22 B で例示する本発明の実施形態において、仮に燃料航跡 23 の根元近くでの燃料の蒸発が少ない場合には、より多くの燃料が
10 燃料航跡 23 の先端で燃焼用空気 22 b と混合して燃焼ガス 24 b の温度が高くなることにより、燃料航跡 23 の根元での蒸発が促進される。即ち、蒸発量に対してフィードバック作用を持っている。よって、燃料噴射の条件が変化しても、(図 21、図 22 A 及び図 22 B で例示する) 本発明の実施形態の作用は、安定して発現する性質を持っている。

- 15 気体燃料の場合も、噴流状に燃料が空気の流れを突き抜け、周辺部が部分的に空気と混合しながら(燃料噴流がその運動量を失う前に)位置 25 まで届くように噴射することによって、液体燃料の場合と同様に燃焼用空気 22 b が環状容器 312 を出口 26 と逆方向に旋回しながら遡上しつつ燃料航跡 23 a と交わって燃料 21 と混合し、高温、低酸素濃度の燃焼ガス 24 b となる。

- 20 そして、環状容器 312 の閉鎖端部 210 に近づくにつれて、環状容器 312 の中心軸寄りに向きを変え、内筒部 215 寄りにおいて反転して、位置 27 において燃料航跡 23 b を横切り、燃焼ガス再循環が起こる。燃焼ガス 24 b は高温ではあるが低酸素濃度なので燃焼速度を抑制するため、直ぐに着火せず予混合となり、所定時間経過の後、着火して燃焼する。

- 25 (図 21、図 22 A 及び図 22 B で例示する) 本発明の実施形態の最も基本的な作用は、空気が当該燃焼装置内で流れの向きを変えられて、燃焼装置内における燃焼用の空気と燃料のそれぞれの航跡が同一ではなく、空気の航跡と燃料の航跡とが 2 回交わり、且つ、空気にとって最初の交わりが燃料航跡の先端近傍で、2 回目の交わりが燃料航跡の根元から先端近傍までの領域で起こるよう
30 うに燃料と空気とを混合することにより、燃焼ガス再循環を積極的に制御して起こすことである。

(図 21、図 22 A 及び図 22 B で例示する) 本発明の実施形態における燃焼装置内の流れは、環状容器 312 の中心軸を通る断面内では、図 22 B に示

21

すようになっている。環状容器 3 1 2 に流入する燃焼用空気 2 2 を位置に応じて模式的に 2 2 a、2 2 b、2 2 c、2 2 d、2 2 e に分けて図示してある。

環状容器 3 1 2 に流入する燃焼用空気 2 2 の大半 2 2 b、2 2 c、2 2 d は夫々燃料航跡と衝突して燃焼ガス 2 4 b、2 4 c、2 4 d となり、環状容器 3 1 2 内を深く遡上して再度燃料航跡 2 3 を横切る。燃焼用空気の流入位置が環状容器 3 1 2 の外筒部 2 1 3 から離れるほど燃焼用空気はより浅い位置までしか遡上せず反転する。環状容器 3 1 2 に流入する燃焼用空気 2 2 のうち、容器 3 1 2 の外筒 2 1 3 内面に最も近い位置から流入した燃料用空気 2 2 a は燃料 2 1 と衝突しないまま容器 3 1 2 内を最も深く遡上する。そして、遡上につれて燃焼ガス 2 4 b と混合して燃焼ガス 2 4 a となる。よって、燃料航跡 2 3 に沿って満遍なく燃焼ガス 2 4 a、2 4 b、2 4 c、2 4 d が横切ることとなり、燃焼ガス再循環の作用が最大限に発揮される。

図 2 1、図 2 2 A 及び図 2 2 B で例示する本発明の実施形態におけるその他の本質的な作用は、燃料の航跡に沿って満遍なく燃焼ガスが横切ることである。これらの作用により、本発明の実施形態に係る燃焼装置においては、図 2 2 A に示すように、環状容器 3 1 2 の内筒部 2 1 5 よりの第 2 の環状火炎 6 0 と、外筒部 2 1 3 寄りの、しかし環状容器 3 1 2 の外筒 2 1 3 の内壁からは離れた第 1 の環状火炎 6 2 の二つが形成される。

第 1 の環状火炎 6 2 は、燃焼用空気 2 2 が旋回しているため、環状容器 3 1 2 内での滞留時間が長く、且つ周方向によく混合されて均一になるとともに、燃焼用空気 2 2 と燃料 2 1（図 2 1 参照）が対向する形に成っていること、そして、第 2 の環状火炎 6 0 から燃料と出会う前の燃焼用空気に高温の燃焼ガスが乱流拡散によって供給されることによる燃焼用空気の温度上昇と酸素濃度の低下が、燃料の着火を抑制しつつ蒸発を促進するため、火炎の安定度が高まる。

また、第 2 の環状火炎 6 0 は第 1 の環状火炎 6 2 の燃焼ガス 2 4 a、2 4 b、2 4 c、2 4 d が燃料航跡 2 3 を横切ることにより、第 1 の環状火炎 6 2 が確実な着火源となって安定性が高くなるとともに、高温且つ低酸素濃度の燃焼ガスで燃焼するために、予蒸発燃焼、予混合燃焼、且つ緩慢な燃焼となって、通常の拡散燃焼のように局所的に理論混合比となって、局所的に高温な箇所が存在する燃焼ではなく、均一で最高火炎温度の低い、且つ燃焼ガス中の不活性ガスの熱容量により平均火炎温度が低い燃焼となるため、サーマル NO_x の生成が抑制される。

また、冷却上の利点として、図 2 2 に示すような環状容器 3 1 2 に流入する

5 燃焼用空気 22 のうち、環状容器 312 の外筒部 213 の内周面に最も近い位置から流入した燃料用空気 22a は（燃料 21 或いは）燃料航跡 23 と衝突しないまま環状容器 312 内を最も深く遡上して、遡上するにつれて燃焼ガス 24b と混合して燃焼ガス 24a となる。燃焼ガス 24a は比較的低温であるので環状容器 312 の内面を過熱から保護する。

10 一方、環状容器 312 の外筒部 213 の内面から最も離れた位置で環状容器 312 に流入した燃焼用空気 22e は、燃料 21 の到達点よりも出口 26 側で反転して出口 26 方向に流れるため、燃焼ガスとはならないで 2 次環状容器 402 の外筒 406 の内周面 406a から遠い部分から次第に主火炎（第 2 の環状火炎）60 の燃焼ガスと混合する。

15 しかし、この反転した燃焼用空気 22e のうち、最も 2 次環状容器 402 の外筒 406 の内周面 406a に近い部分は比較的低温であり、主火炎 60 の高温から 2 次環状容器 402 の外筒 406 の内周面 406a を保護する。環状容器 312 の内周側 215 及び 2 次環状容器 402 の内周側（内筒 404）内面は、高温の燃焼ガスが近傍を通過する。従って、必要に応じて環状容器 312 の内周側及び 2 次環状容器 402 の内筒 404 の内周面 404a には空気孔 30 を設けて、冷却用の空気を噴流状に、若しくは壁面に沿うように噴出して冷却してもよい。環状容器 312 の内周側及び 2 次環状容器 402 の内筒 404 の内周面 404a が耐熱性材料で構成される場合は、環状容器 312 の内周側
20 及び 2 次環状容器 402 の内筒 404 の内周面 404a に空気流入孔 30 はなくとも良い。

上述した本発明の実施形態における作用は、図 21、図 22A 及び図 22B で示す第 4 実施形態のみならず、第 1 実施形態～第 3 実施形態や、第 5 実施形態以降のその他の実施形態でも同様である。

25 また、構造上の利点としては、燃焼室が環状容器 312 と下流の構造（2 次環状容器）に分割されているため、環状容器 312 を容易に取り出すことができ、従来技術と比較して燃焼装置の分解、交換、整備がしやすく、整備性が向上する。

30 次に、第 4 実施形態と互換性のある第 5 実施形態の燃焼装置について、図 23 を参照して説明する。図 23 に示す燃焼装置は、環状容器の閉鎖端部 510 が前述した第 1 実施形態～第 4 実施形態とは異なって、断面曲線 Lr が一様でない曲率の自由円弧からなる曲面で構成された環状容器 512 を有する実施形態である。

23

なお、図23に示す例では、当該環状容器512は、大部分が曲面の閉鎖端部510から成り、その環状容器512の極めて短い内筒部515には第2の接続部材470を介して、及び外筒部513には接続部材270を介して2次環状容器402が接続されている。

- 5 第5実施形態の燃焼装置の場合も、前記第4実施形態で説明したと同様の作用が実現できる。環状容器512の閉鎖端部510が曲面で構成されていることにより、特に燃焼温度が高温になる用途において、環状容器512をセラミックス等の耐熱材料で構成する場合、製作がより容易になり、コストダウンできる。また、燃焼室が環状容器512と下流の構造（2次環状容器402）に
- 10 分割されているため、環状容器512を容易に取り外すことができ、従来と比較して燃焼装置の分解、交換、整備がし易く、整備性が向上する。第5実施形態の一部曲面で構成された環状容器512を第1実施形態～第3実施形態に適用してもよい。

- 次に、図24を参照して第6実施形態における燃焼装置を説明する。図24
- 15 に示す燃焼装置は、図11及び図12の第4実施形態の応用型、即ち、第4実施形態に対して、環状容器の外筒部に補助空気孔を形成した実施形態である。すなわち、図24において、第6実施形態の燃焼装置は、環状容器612の閉鎖端部610近くの外筒部613に複数の補助空気孔619を形成した実施形態である。

- 20 そのように閉鎖端部610近くの外筒部613に形成された複数の補助空気孔619から流入した燃焼用空気22dは向心方向にジェット状に環状容器612内に流入するので、周囲の燃焼ガス24bを誘引して、容器612の閉鎖端部610近くで全体として環状容器612の外周（外筒部）613から内周（内筒部）615へ向かう方向に流れを促進する。これによって旋回して流れてきた燃焼ガス28を環状容器612の閉鎖端部610近傍で環状容器612
- 25 の内周（内筒部）615寄りに導き、燃料航跡23に向かって再循環させることができる。第6実施形態の補助空気孔619を第1実施形態、第2実施形態及び第3実施形態に適用してもよい。

- 次に、図25を参照して、第7実施形態における燃焼装置を説明する。図2
- 30 5に示す燃焼装置は、第4実施形態（図11及び図12参照）に対して、環状容器312の閉鎖端部210内側に整流構造であるガイドベーン11を複数設けた実施形態である。かかるガイドベーン11を設けることにより、第6実施形態（図24参照）における補助空気孔619と同様の作用を得ることができ

る。環状容器 3 1 2 の閉鎖端部 2 1 0 内側に整流構造であるガイドベーン 1 1 を複数設けた以外は第 4 実施形態と実質的に同様である。また、当該ガイドベーン 1 1 は、前述の第 1 実施形態～第 3 実施形態及び第 6 実施形態に対しても適用できる。

5 次に、図 2 6 を参照して、第 8 実施形態における燃焼装置を説明する。図 2 6 に示す燃焼装置は、第 6 実施形態（図 2 4 参照）における補助空気孔 6 1 9 と同様の作用を、第 4 実施形態の環状容器 3 1 2 において、外筒部 2 1 3 の内壁で、閉鎖端部 2 1 0 に近い側の領域に、整流構造であるガイドベーン 1 1 a を複数設けて実現する実施形態である。環状容器 3 1 2 の閉鎖端部 2 1 0 に近い側の外筒部 2 1 3 の内壁に整流構造であるガイドベーン 1 1 a を複数設けたこと以外は、第 4 実施形態と実質的に同様である。また、当該ガイドベーン 1 1 a は、前述の第 1 実施形態～第 3 実施形態及び第 6 実施形態に対しても適用できる。また、第 7 実施形態及び第 8 実施形態に示した整流構造を併設することもできる。

15 次に、図 2 7 を参照して、第 9 実施形態における燃焼装置を説明する。図 2 7 に示す燃焼装置は、第 7 実施形態及び第 8 実施形態と同様のガイドベーンを、図 2 3 の第 5 実施形態に適用したものである。即ち、ガイドベーン 1 1 b は、環状容器 5 1 2 の曲面から成る閉鎖端部 5 1 0 の曲面の内側に沿って、図示の実施形態では略閉鎖端部 5 1 0 の頂部まで形成されている。

20 前述の第 7 実施形態～第 9 実施形態に示したガイドベーン 1 1、1 1 a、1 1 b は環状容器 2 1 2、5 1 2 の閉鎖端部 2 1 0、5 1 0 近傍において、旋回流れを抑制して、流れを半径方向に整える作用を奏し、結果的に第 5 実施形態と同様に旋回して流れてきた燃焼ガス 2 4 a（図示せず）を、環状容器 2 1 2、5 1 2 の閉鎖端部 2 1 0、5 1 0 の内周寄りに導き、円滑に燃料航跡 2 3 に向かって再循環することができる。

前述の第 7 実施形態～第 9 実施形態をさらに発展させた第 1 0 実施形態～第 1 2 実施形態について、夫々図 2 8～図 3 0 を参照して説明する。

30 先ず、図 2 8 の第 1 0 実施形態は、図 2 5 の第 7 実施形態における整流構造であるガイドベーン 1 1 を最適化した実施形態である。即ち、第 1 0 実施形態のガイドベーン 1 1 c では、図 2 5 の第 7 実施形態のガイドベーン 1 1 の形状を、燃焼用空気が環状容器 3 1 2 の内筒 2 1 5 側にスパイラル状に巻き込んで中心部に流れ易いように円弧状に湾曲させている。当該ガイドベーン 1 1 c は、第 1 実施形態～第 3 実施形態及び第 6 実施形態にも適用可能である。また、第

8実施形態のガイドベーン11aと共に用いても良いこともできる。

図29の第11実施形態は、図26の第8実施形態における整流構造であるガイドベーン11aを最適化した実施形態である。即ち、第11実施形態のガイドベーン11dでは、図26の第8実施形態におけるガイドベーン11aの形状を、環状容器212の外筒部312の内壁に沿って傾斜させて配置しており、そのガイドベーン11dの上方先端は図示の例では垂直方向に立ち上がるように変形している。当該ガイドベーン11dは、第1実施形態～第3実施形態及び第6実施形態にも適用可能である。また、第7実施形態のガイドベーン11と共に用いても良いし、第10実施形態に示したガイドベーン11cとともに用いても良い。

図30の第12実施形態は、図27の第9実施形態における整流構造であるガイドベーン11bを最適化した実施形態である。即ち、第12実施形態のガイドベーン11eでは、図27の第9実施形態のガイドベーン11bの形状を、環状容器512の外筒部513の湾曲した内壁に沿って傾斜させて配置しており、そのガイドベーン11eの上方先端は図示の例では垂直方向に立ち上がるように変形している。

上述の第10実施形態～第12実施形態において、整流構造（ガイドベーン）11c、11d、11eは旋回している燃焼ガス24a（図示せず）の流れを積極的に、且つ、よりスムーズに向心方向の流れに偏向する作用をし、これによって旋回して流過してきた燃焼ガス24aをよりスムーズに環状容器212、512の閉鎖端部210、510近くにおいて環状容器212、512の内周（内筒部）215、515寄りに導き、燃料航跡23に向かって再循環させることができる。

なお、旋回流れを向心方向の流れに偏向する作用を持つ限りにおいて、整流構造の詳細な形状が変化しても実質的に同一である。また、整流構造は環状容器212、512に板状又は台状などの物体を付加して構成してもよいし、環状容器212、512の内面に溝状の形状を構成してもよい。

次に、図31を参照して、第4実施形態の応用例である第13実施形態における燃焼装置を説明する。当該燃焼装置は、内筒部715及び外筒部713を有する環状容器712の外筒部713の内面で、燃焼用空気22の流入部20のやや閉鎖端部710寄りに補助的に燃料を噴射する補助燃料ノズル702を設けた実施形態である。

補助燃料ノズル702から噴射される燃料は主燃料ノズル18から噴射する

燃料と同一であっても、異なる燃料であってもよい。燃焼装置が大型であったり、気体燃料で噴射圧力が限られていて、燃料21を燃焼用空気22の流入部20（図示せず）まで到達させるのが難しい場合でも、補助燃料ノズル702から同一燃料を噴射すると、第2実施形態と同様に燃焼ガス再循環により、サーマルNO_xの生成を抑えた燃焼を実現出来る。

また、燃料ノズル18から液体燃料を、補助燃料ノズル702から気体燃料を噴射することによって、液／ガス混焼を単純な構成で実現できる。また、補助燃料ノズル702によってターンダウン性能をより向上させることができる。さらに、低発熱量で安定燃焼が難しい燃料を使用する場合、特に発熱量を有しているものの、その熱量が少ない廃液を燃焼処理するような場合には、燃料ノズル18から低発熱量燃料又は廃液を噴射し、補助燃料ノズル702から燃焼性のよい燃料を噴射することによって、第4実施形態と同様に、燃焼ガス再循環により、予蒸発、予混合した燃料となり、サーマルNO_xの生成を抑制した燃焼を実現できる。

なお、図31において補助燃料ノズル702は環状容器712の外筒部713の内面に複数のノズルを設けたものであるが、別の構成としては、（図示はしないが）多数の噴射孔を開けた単一の環を環状容器712の外筒部713の内面に配置してもよい。

第13実施形態の補助燃料ノズル702は、第1実施形態～第3実施形態及び第5実施形態～第12実施形態にも適用可能である。

本発明をガスタービンの燃焼装置に適用する場合、上述してきたような実施形態（第1実施形態～第13実施形態）を1次燃焼領域と見做して、出口26の下流にさらに空気流入部を設ければよい。一方、ガスタービンの燃焼装置において、燃焼効率が低下して未燃焼成分が排出されたり、NO_x生成が増加したりしないように1次燃焼領域の下流で空気を加えるための技術的工夫は、多く公知になっている。従って、本発明をガスタービンに適用する場合、これまで説明してきた実施形態に公知の技術を適用することで実現できるため、本発明の本質を保ったまま多くの応用的実施形態が可能となる。その全てを記すことはできないが一部の例について以下に説明する。

図32及び図33を参照して、第14実施形態におけるガスタービンの燃焼装置を説明する。図32及び図33の第14実施形態は、前述の第4実施形態の燃焼装置をガスタービン燃焼装置に適用した実施形態である。

図32及び図33において、当該ガスタービン燃焼装置は、前記第4実施形

態と比較すると、2次環状容器が出口側に延長され2次環状容器802の適切な位置に空気孔814、814bが開口された2次環状容器802に置き換えられている。また、2次環状容器802は下流で断面が拡張(808)されているが、これは任意に設定できる。また、2次環状容器802は出口26まで
5 一体で構成されているが、製作上の要請に応じて分割されてもよい。

2次環状容器802に複数段にわたって形成された空気孔814、814bから2次及び希釈空気818が流入する。第4実施形態と同様に1次燃焼領域816では、燃料航跡23に沿って満遍なく燃焼ガス再循環が起こることにより、高温且つ低酸素濃度の燃焼ガスで燃焼するために、液体燃料の場合には予
10 蒸発燃焼、さらに気体燃料であっても液体燃料であっても予混合燃焼、且つ緩慢な燃焼となつて、(通常の拡散燃焼のように局所的に理論混合比となつて局所的に高温な箇所が存在する燃焼ではなく)均一で最高火炎温度の低い、且つ燃焼ガス中の不活性ガスの熱容量により平均火炎温度が低い燃焼となるため、サーマルNO_xの生成が抑制される。2次環状容器802の最も上流側の2次
15 空気孔814までの外筒806の内壁面は第4実施形態と同様に1次空気817の一部で冷却される。

なお、2次環状容器802の外筒806の壁面には任意に冷却空気孔814bを開けてもよい。環状容器312の内周側215及び2次環状容器802の内筒804の内面は高温のガスが近傍を通過する。従つて必要に応じて環状容
20 器312の内周側215及び2次環状容器802の内筒804には空気孔を設けて、冷却用の空気を噴流状に、若しくは壁面に沿うように噴出して冷却してもよい。環状容器312の内周側215及び2次環状容器802の内筒804が耐熱材料で作られている場合、環状容器212の内周側312及び2次環状容器802の内筒804には空気流入孔は設けなくてもよい。

さらに1次燃焼領域816の安定性が高いため、全空気流量に対する1次空気817の流量比率を高めて、より希薄な1次燃焼として燃焼温度を低くすることができるため、さらにサーマルNO_xの生成を抑制できる。また、燃焼室が環状容器312と下流の構造(2次環状容器802)に分割されているため、環状容器312を容易に取り出すことができ、従来技術と比較して燃焼装置の
30 分解、交換、整備がし易く、整備性が向上する。

第4実施形態に代えて、第1実施形態～第3実施形態、及び第6実施形態～第13実施形態をガスタービン燃焼装置に適用した場合についても、第14実施形態の作用、効果が同様に実現できる。また、その際、第1実施形態～第3

実施形態、及び第6実施形態～第13実施形態夫々の作用、効果はそのまま発揮される。

次に、図34を参照して第15実施形態に係るガスタービン燃焼装置について説明する。図34の第15実施形態は、前述の第5実施形態の燃焼装置をガスタービン燃焼装置に適用した実施形態である。図34において、当該ガスタービン燃焼装置は、前記第5実施形態と比較すると、2次環状容器が出口26側に延長され2次環状容器802の適切な位置に空気孔814、814bが開口された2次環状容器802に置き換えられている。なお、2次環状容器802は下流で断面が拡張されているが、これは任意に設定できる。また、2次環状容器802は出口26まで一体で構成されているが、製作上の要請に応じて分割されてもよい。2次環状容器802に複数段にわたって形成された空気孔814、814bから2次及び希釈空気818が流入する。

第5実施形態と同様に1次燃焼領域816では、燃料航跡23に沿って満遍なく燃焼ガス再循環が起こることにより、高温且つ低酸素濃度の燃焼ガスで燃焼するために、液体燃料の場合には予蒸発燃焼、さらに気体燃焼であっても液体燃料であっても予混合燃焼、且つ緩慢な燃焼となつて、(通常の拡散燃焼のように局所的に理論混合比となつて局所的に高温な箇所が存在する燃焼ではなく)均一で最高火炎温度の低い、且つ燃焼ガス中の不活性ガスの熱容量により平均火炎温度が低い燃焼となるため、サーマルNO_xの生成が抑制される。2次環状容器802の最も上流側の2次空気孔814までの外筒806の内壁面は第5実施形態と同様に1次空気817の一部で冷却される。

なお、2次環状容器802の外筒806の壁面には図示のように、任意に冷却空気孔814bを開けてもよい。環状容器512の内周側及び2次環状容器802の内筒804内面は、高温の燃焼ガスが近傍を通過する。従つて、必要に応じて、環状容器512の内周面及び2次環状容器802の内筒804内面には空気孔814を設けて、冷却用の空気を噴流状に、若しくは壁面に沿うように噴出して冷却してもよい。環状容器512及び2次環状容器802の内筒804が耐熱材料で作られている場合、環状容器512及び2次環状容器802の内筒804には空気流入孔は設けなくてもよい。

さらに1次燃焼領域816の安定性が高いため、全空気流量に対する1次空気817の流量比率を高めて、より希薄な1次燃焼として燃焼温度を低くすることができるため、さらにサーマルNO_xの生成を抑制できる。また、燃焼室が環状容器512の閉鎖端部510が曲面でドーム状に構成されていることに

より、特に温度が高温になる用途において環状容器 5 1 2 をセラミック等の耐熱材料で形成する場合、製作がより容易になり、コストダウンが可能となる。また、燃焼室が環状容器 5 1 2 と下流の構造（2 次環状容器 8 0 2）に分割されているため、環状容器 5 1 2 を容易に取り出すことができ、従来技術と比較して燃焼装置の分解、交換、整備がし易く、整備性が向上する。

次に、図 3 5 を参照して第 1 6 実施形態に係るガスタービン燃焼装置について説明する。図 3 5 の第 1 6 実施形態は、前述の第 1 4 実施形態の応用例である。即ち、図 3 1 の第 1 4 実施形態の燃焼装置における 2 次空気 8 1 8 の混合部に空気孔に変えて、2 次旋回器 8 1 5 を用いた実施形態である。但し、2 次環状容器 8 0 2 の内筒 8 0 4 には空気孔 8 1 4 が、外筒 8 0 6 には空気孔 8 1 4 b が設けてある。

2 次旋回器 8 1 5 で 2 次空気 8 1 8 を旋回流とすることにより、2 次領域での混合を促進することが可能となる。そのように 1 次燃焼領域の下流で空気を加えるに当たって、燃焼効率が低下して未燃成分が排出されたり、NO_x 生成が増加したりしないための公知の技術的工夫を用いることにより、本発明の本質を保ったまま、様々な形の応用的実施例を得ることができる。

以上説明してきた実施形態は、いずれも空気を旋回させて燃焼室に供給するものであったが、空気を旋回させずに供給する例を図 3 6 及び図 3 7 に示す。図 3 6 及び図 3 7 に示す燃焼装置は、旋回器を用いない代わりに、空気流入部 2 0 において燃焼室中心軸方向について燃料の流れと対向する向きの速度成分を有するように空気を供給するだけの導入路 1 7 を用いた構成としている。この構成によっても、空気流の航跡と燃料流の航跡とを同一にすることなく、空気流の航跡と燃料流の航跡とが 2 回交わり、空気流の航跡が最初に燃料流の航跡と交わるのは燃料航跡の先端近傍の領域で、空気流の航跡が燃料流の航跡と 2 回目に交わるのは、燃料流の航跡の根元から先端近傍までの範囲となるような流れの状態を形成することが可能である。

なお、図 3 6 及び図 3 7 では第 2 実施形態において旋回器がない場合の構成を示したが、上述した第 1、第 3 ～第 1 6 実施形態でも同様に旋回器なしの構成をとることもできる。ただし、旋回器を用いた第 1 ～第 1 6 実施形態に示した構成であれば、空気流が燃焼装置の内壁面に沿って旋回する旋回流となり遠心力が働くために、空気流が燃焼装置の出口方向に向けて流れの向きを変える前に燃焼装置外周面の内面に沿ってより円滑に、長い距離にわたって遡上させることができる。つまり、第 1 ～第 1 6 実施形態に示した構成であれば、図 3

6 及び図 37 に代表的に示した構成に比して、より効率よく上記の流れの状態を形成することが可能である。

次に図 38 を参照して、上述した実施形態の燃焼装置をガスタービン発電機に適用した実施形態を説明する。図 38 に示すガスタービン発電機は、ガスタービン装置 900 と発電機 902 とを備えている。

ガスタービン装置 900 は、燃焼ガスで回転するタービン 904 と、燃料と空気との混合気を燃焼させる燃焼器 906 と、燃焼器 906 への燃料の供給量を調節する燃料調節弁 908 と、燃焼器 906 に空気を圧送する空気圧縮機 910 と、前記タービン 904 を間接的に制御対象とする制御装置 912 とを備えている。ここで、上述した実施形態の燃焼装置は、図 38 における燃焼器 906 として使用される。

タービン 904 は、燃焼ガス 926 を受けて回転する複数の図示しない回転翼を有しており、回転軸 914 を介して空気圧縮機 910 に接続されており、そして、図示しないケーシング内に回転自在に支持されている。空気圧縮機 910 は、回転軸 914 を介してタービン 904 により駆動され、空気圧縮機 910 内に供給された空気 916 を圧縮するように構成されている。この空気圧縮機 910 は、配管 918 を介して燃焼器 906 に接続されており、空気圧縮機 910 により圧縮された空気 920 は、配管 918 を介して燃焼器 906 に供給されるように構成されている。

燃料調節弁 908 は燃焼器 906 の上流側に配置され、図示しない燃料供給源から供給された燃料 922 は、この燃料調節弁 908 を通過した後、燃焼器 906 に供給される。燃料調節弁 908 は、弁の開度が可変に構成され、この開度を制御装置 912 によって制御信号ライン 924 を介して操作することにより、燃焼器 906 への燃料 922 の供給量が調節される。

燃焼器 906 に供給された燃料 922 及び圧縮空気 920 は、燃焼器 906 において混合気を形成し、燃焼器 906 にて混合気が燃焼することにより高温・高圧の燃焼ガス 926 が発生する。そして、発生した高温・高圧の燃焼ガス 926 がタービン 904 に供給されることにより、タービン 904 が高速で回転する。タービン 904 は回転軸 914 を介して発電機 902 に直結されており、タービン 904 が回転することによって発電機 902 が回転駆動されて、発電が行われる。

なお、回転軸 914 の軸近傍（図 38 では発電機 902 の近傍）には、タービン 904 の回転数を検出する回転数検出器 928 が設置されている。回転数

検出器 9 2 8 により検出した回転速度の情報は、信号ライン 9 3 0 を介して、制御装置 9 1 2 に伝達される。燃焼器 9 0 6 の構成及び作用効果については、上述した各実施形態における燃焼装置の構成及び作用効果と同様である。

以上説明したように、本発明に係る実施形態を汎用の燃焼装置に適用した場合、単純な構造で、燃焼ガス再循環を積極的に制御して起こすことにより、安定性が高く、且つ燃焼ガス再循環の作用を最大限に発揮することができる。

また、高い安定性で燃焼ガス再循環の作用を最大限に発揮することができるため、高温且つ低酸素濃度の燃焼ガスで燃焼させて、液体燃料の場合の安定的な蒸発挙動を持った予蒸発燃焼、気体燃料・液体燃料を問わない予混合燃焼、緩慢な燃焼となって均一で最高火炎温度の低い燃焼、燃焼ガス中の不活性ガスの熱容量による平均火炎温度の低い燃焼、を実現し、従来技術では困難であったサーマルNO_xの生成を抑制できる燃焼装置の提供が実現する。

そして、燃焼装置の内壁が好適に低温の空気流によって冷却されるため、耐久性の高い燃焼装置の提供が実現する。

或いは、セラミックス等の耐熱材料の使用が容易な燃焼装置の提供が実現する。また、分解、交換が容易になされるため、整備性に優れた燃焼装置の提供が実現する。

補助燃料ノズルを設けた場合は、気体燃料／液体燃料の混焼や低発熱量の燃料や廃液の燃焼においてもサーマルNO_xの生成を抑制できる燃焼装置の提供が実現する。

上述の実施形態を 1 次燃焼領域としてガスタービン燃焼装置に適用した場合、単純な構造で、燃焼ガス再循環を積極的に制御して起こすことにより、1 次燃焼領域において、安定性が高く、且つ燃焼ガス再循環の作用を最大限に発揮することができる。

高い安定性で燃焼ガス再循環の作用を最大限に発揮することができるため、高温且つ低酸素濃度の燃焼ガスで燃焼させて、従来の技術では低NO_x化が困難であった液体燃料の場合の安定的な蒸発挙動を持った予蒸発燃焼、気体燃料・液体燃料を問わない予混合燃焼、緩慢な燃焼となって均一で最高火炎温度の低い燃焼、燃焼ガス中の不活性ガスの熱容量による平均火炎温度の低い燃焼、を実現し、且つ、より 1 次燃焼領域を希薄に設計できることによりさらに燃焼温度を低く抑えて、サーマルNO_xの生成を抑制できるガスタービン燃焼装置の提供が実現できる。

また、燃焼装置の内壁が好適に低温の空気流によって冷却されるため、耐久

性の高いガスタービン燃焼装置の提供が実現する。

そして、セラミックス等の耐熱材料の使用が容易なガスタービン燃焼装置の提供が実現する。また、分解、交換が容易になされるため、整備性に優れたガスタービン燃焼装置の提供が実現する。

- 5 補助燃料ノズルを設けた場合は、気体燃料／液体燃料の混焼や低発熱量の燃料や廃液の燃焼においてもサーマルNO_xの生成を抑制できるガスタービン燃焼装置の提供が実現する。

10 なお、以上説明してきた実施形態は、発明の本質を保つ範囲で任意に変形できるものであり、発明の技術的外延はあくまで請求項の記述によって判断されなければならない。すなわち、図示の実施形態はあくまでも例示であり、本発明の技術的範囲を限定する趣旨の記述ではない。

例えば第1実施形態～第4実施形態において、容器12、112、212、312の断面形状は円環形（環状）であるが、任意の形状に変更することも可能である。また、容器の中に全体として旋回流を形成する限りにおいて一方が
15 他方を完全に包含する二つの多角形で構成される環状であってもよい。或いは、容器12、112、212、312の断面形状は空気流入部20が形成された（軸方向）位置以外で軸方向に変化していてもよい。

さらに、環状容器12、112、212、312及び2次環状容器402の内周側には任意の空気流入口を設けてもよい。これは主に環状容器12、112、212、312及び2次環状容器402の壁面の冷却のためである。環状
20 容器12、112、212、312の内周側及び2次環状容器402の内筒404が耐熱性材料で構成されている場合は、かかる空気流入孔はなくてもよい。また、空気流入部20よりも下流においては、これらの空気孔から燃焼に必要な燃焼用空気を供給してもよい。以上の容器に関する等価な構造は、上述した
25 全ての実施形態に適用できる。

また、第1実施形態～第4実施形態における流入ケーシング14の形状は任意に偏向できる。例えば、図示はしないが、実施形態においては軸方向の閉鎖端部10、110、210から流入する構造となっている流入ケーシングを、スクロール形状で周方向から流入する構造にし、環状容器12、112、212、312や2次環状容器402の出口周囲から逆向きに流入する形状として
30 も良い。また図16のように、遠心圧縮機、タービンに適した所謂逆流方の流入ケーシング14aとしてもよい。

なお、以上説明してきた実施形態は、発明の本質を保つ範囲で任意に変形で

きるものであり、発明の技術的外延はあくまで請求項の記述によって判断されなければならない。すなわち、図示の実施形態はあくまでも例示であり、本発明の技術的範囲を限定する趣旨の記述ではないことを付記する。

5 産業上の利用の可能性

本発明は、燃焼室に燃焼用空気及び燃料を流入し、燃焼用空気及び燃料を混合して燃焼する燃焼装置に好適に利用できる。

請求の範囲

1. 内周側面を構成する内筒部と、外周側面を構成する外筒部と、開放端部と、閉鎖端部とを有する環状容器と、

5 前記環状容器の前記開放端部から前記閉鎖端部に向かう前記環状容器の中心軸方向の速度成分を有するように、前記環状容器内に燃焼用空気を供給する空気供給部と、

前記環状容器の前記閉鎖端部から前記開放端部に向かう前記環状容器の中心軸方向の速度成分を有するように、前記環状容器内に燃料を供給する燃料供給
10 部と、
を備え、

前記燃料供給部から離隔した領域で前記環状容器内に供給された燃焼用空気の流れが燃料の航跡と最初に交わり、前記燃料供給部近傍の領域で燃料の航跡と再び交わるように構成された、燃焼装置。

15

2. 内周側面を構成する内筒部と、外周側面を構成する外筒部と、開放端部と、閉鎖端部とを有する環状容器と、

前記環状容器の中心軸方向に前記閉鎖端部から離隔した位置で環状容器の外周側面を貫通して形成され、前記環状容器内に燃焼用空気を供給する流入流路
20 と、

前記環状容器の閉鎖端部の内側に設けられ、前記環状容器内に燃料を供給する燃料ノズルと、
を備え、

前記流入流路は、前記開放端部から前記閉鎖端部に向かう前記環状容器の中心軸方向の速度成分及び前記環状容器の周方向に旋回する速度成分を有する空
25 気の流れを形成するように構成され、

前記燃料ノズルは、前記閉鎖端部から前記開放端部に向かう前記環状容器の中心軸方向の速度成分及び半径方向外方へ向かう速度成分を有するように燃料を前記流入流路に向けて噴射するように構成された、燃焼装置。

30

3. 内周側面を構成する内筒部と、外周側面を構成する外筒部と、開放端部と、閉鎖端部とを有する環状容器と、

前記環状容器内に燃焼用空気を供給する流入流路と、

前記環状容器内に燃料を供給する燃料ノズルと、

5 を備え、

前記外筒部は、前記閉鎖端部から前記環状容器の中心軸に沿って所定の距離だけ離れた位置で径が小さくなっており、

10 前記流入流路は、前記外筒部の径が小さくなっている部分に形成されるとともに、前記開放端部から前記閉鎖端部に向かう前記環状容器の中心軸方向の速度成分及び前記環状容器の周方向に旋回する速度成分を有する空気の流れを形成するように構成され、

前記燃料ノズルは、前記閉鎖端部から前記開放端部に向かう前記環状容器の中心軸方向の速度成分及び半径方向外方へ向かう速度成分を有するように燃料を前記流入流路に向けて噴射するように構成された、燃焼装置。

15

4. 内周側面を構成する内筒部と、外周側面を構成する外筒部と、開放端部と、閉鎖端部とを有する環状容器と、

前記環状容器の中心軸と略同軸に且つ前記外筒部の開放端部側に配置され、前記外筒部の径よりも小さな径を有する筒状部材と、

20 前記外筒部の端部と前記筒状部材の外周面とを接続する環状の接続部材と、

前記接続部材に形成され、前記環状容器内に燃焼用空気を供給する流入流路と、

前記環状容器の閉鎖端部の内側に設けられ、前記環状容器内に燃料を供給する燃料ノズルと、

25 を備え、

前記流入流路は、前記開放端部から前記閉鎖端部に向かう前記環状容器の中心軸方向の速度成分及び前記環状容器の周方向に旋回する速度成分を有する空気の流れを形成するように構成され、

30 前記燃料ノズルは、前記閉鎖端部から前記開放端部に向かう前記環状容器の中心軸方向の速度成分及び半径方向外方へ向かう速度成分を有するように燃料を前記流入流路に向けて噴射するように構成された、燃焼装置。

5. 内周側面を構成する内筒部と、外周側面を構成する外筒部と、開放端部と、閉鎖端部とを有する環状容器と、

前記環状容器の中心軸と略同軸で前記開放端部側に配置された環状部材であって、内周側面を構成する内筒部と、外周側面を構成し、前記環状容器の外筒部の径よりも小さな径を有する外筒部と有する環状部材と、

前記環状容器の外筒部の前記開放端部側の端面と前記環状部材の外筒部の外周面とを接続する環状の第1の接続部材と、

前記環状容器の内筒部の前記開放端部側の端面と前記環状部材の内筒部の前記閉鎖端部側の端面とを接続する第2の接続部材と、

10 前記第1の接続部材に形成され、前記環状容器内に燃焼用空気を供給する流入流路と、

前記環状容器の閉鎖端部の内側に設けられ、前記環状容器内に燃料を供給する燃料ノズルと、
を備え、

15 前記流入流路は、前記開放端部から前記閉鎖端部に向かう前記環状容器の中心軸方向の速度成分及び前記環状容器の周方向に旋回する速度成分を有する空気の流れを形成するように構成され、

前記燃料ノズルは、前記閉鎖端部から前記開放端部に向かう前記環状容器の中心軸方向の速度成分及び半径方向外方へ向かう速度成分を有するように燃料を前記流入流路に向けて噴射するように構成された、燃焼装置。

20

6. 前記環状容器の内筒部に、前記環状容器内に空気を流入するための付加的な流入流路を設けた、請求項2から5のいずれか1項に記載の燃焼装置。

25 7. 前記環状容器の閉鎖端部の内筒部近傍で且つ前記燃料ノズルの半径方向内方に付加的な流入流路を設け、前記環状容器の中心軸方向へ空気が流れるように構成した、請求項2から6のいずれか1項に記載の燃焼装置。

8. 前記環状容器の外筒部に、前記環状容器の半径方向内方へ空気を流入するための付加的な流入流路を設けた、請求項2から7のいずれか1項に記載の燃焼装置。

30

9. 前記環状容器内部の閉鎖端部及び／又は前記環状容器の外筒部の閉鎖端部近傍に、空気の旋回流を前記閉鎖端部近傍で抑制する整流構造をさらに備えた、請求項2から8のいずれか1項に記載の燃焼装置。

- 5 10. 前記環状容器内部の閉鎖端部及び／又は前記環状容器の外筒部の閉鎖端部近傍に、前記開放端部から前記閉鎖端部に向かう前記環状容器の中心軸方向の速度成分を持ち且つ前記環状容器の周方向へ旋回する空気の流れを、前記閉鎖端部近傍で半径方向内方に向かう流れに変換する整流構造をさらに備えた、請求項2から8のいずれか1項に記載の燃焼装置。

10

11. 前記環状容器の外筒部の前記中心軸方向について前記流入流路より前記閉鎖端部に近い位置に付加的な燃料ノズルを設けた、請求項2から10のいずれか1項に記載の燃焼装置。

FIG. 1

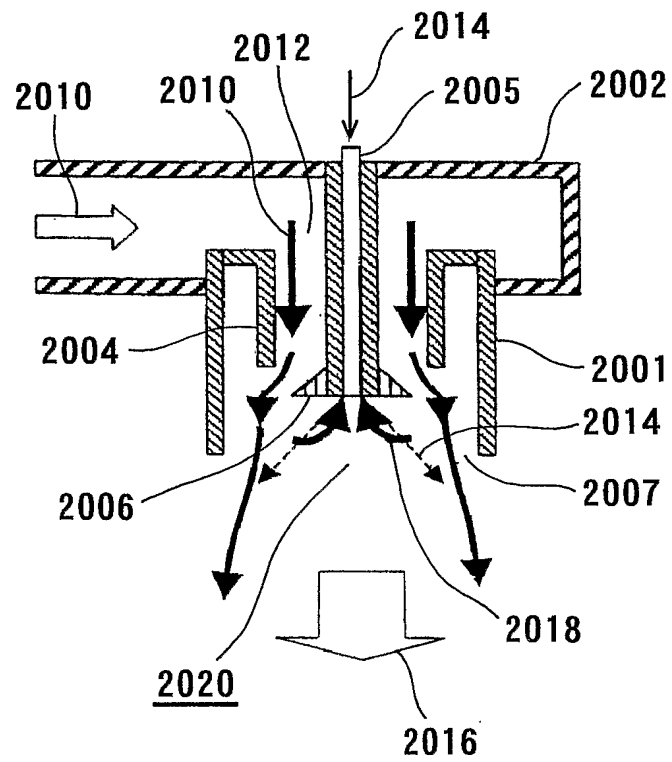
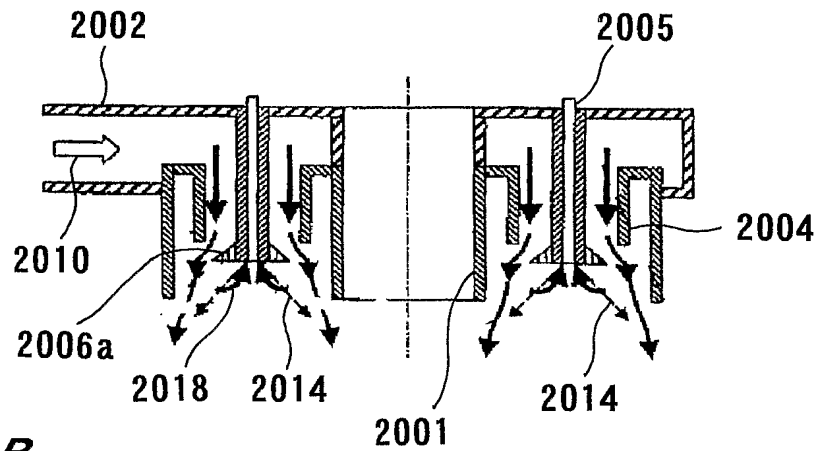
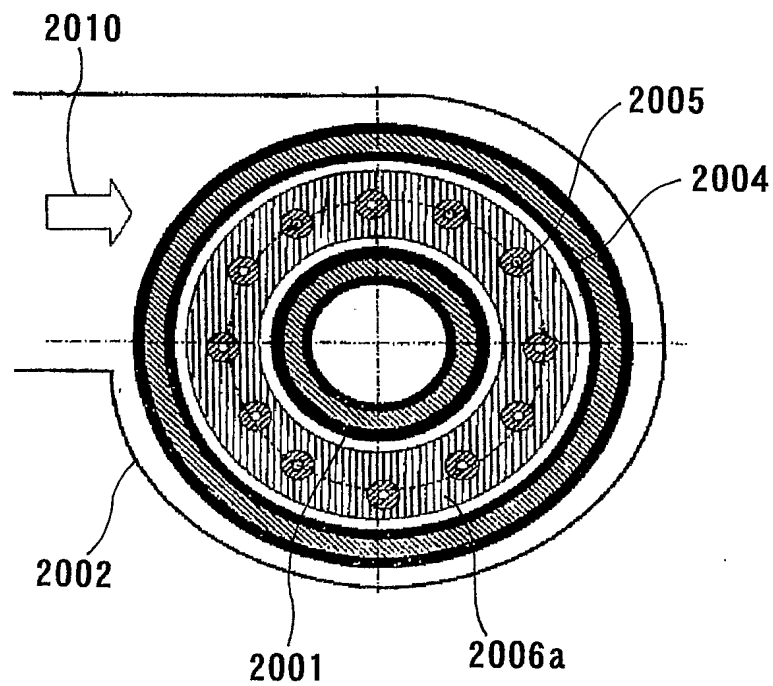


FIG. 2A

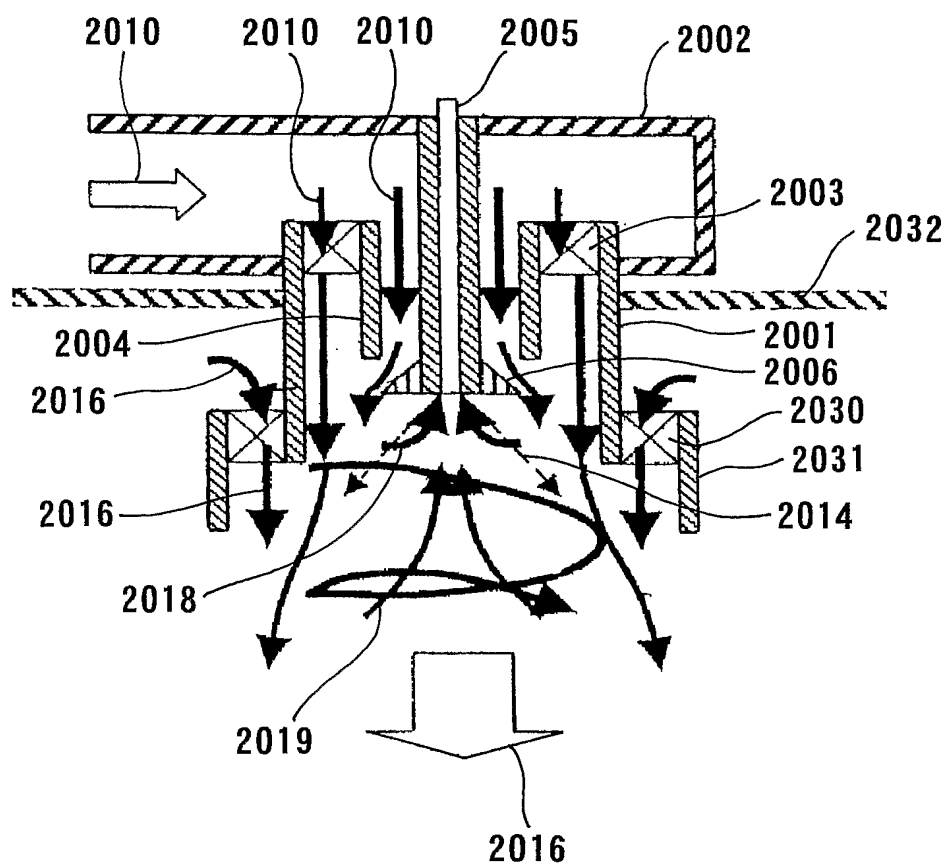


F I G. 2 B



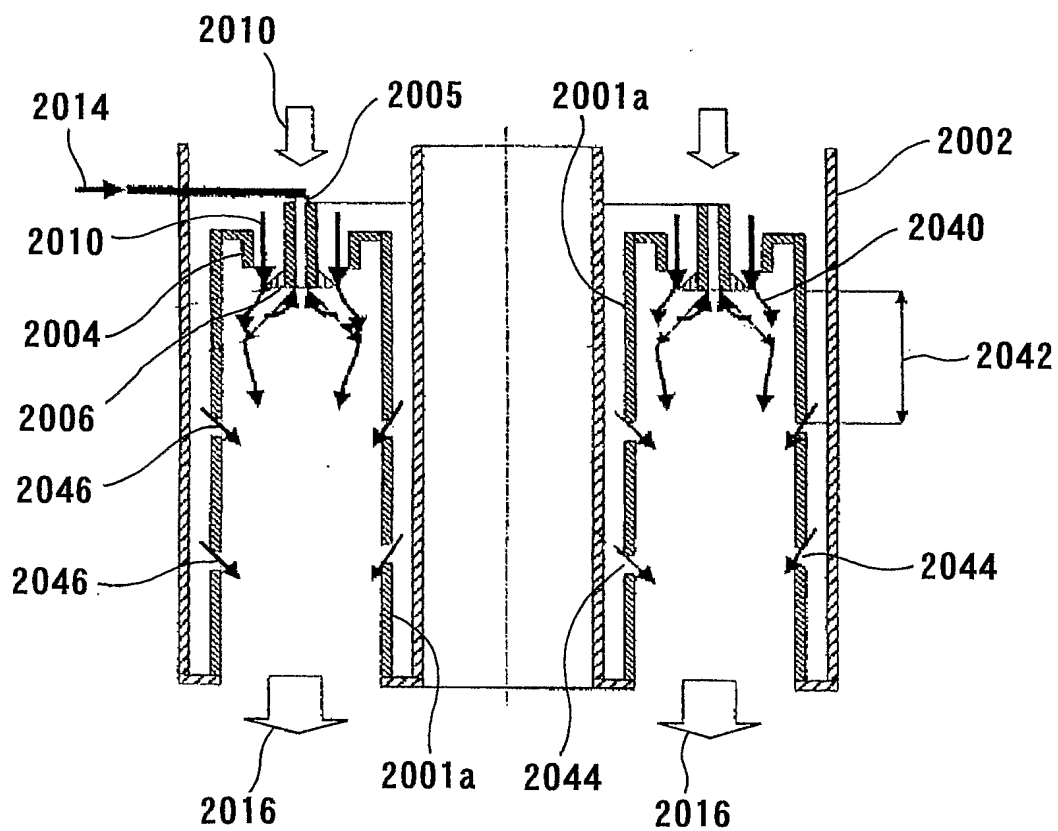
3/36

FIG. 3



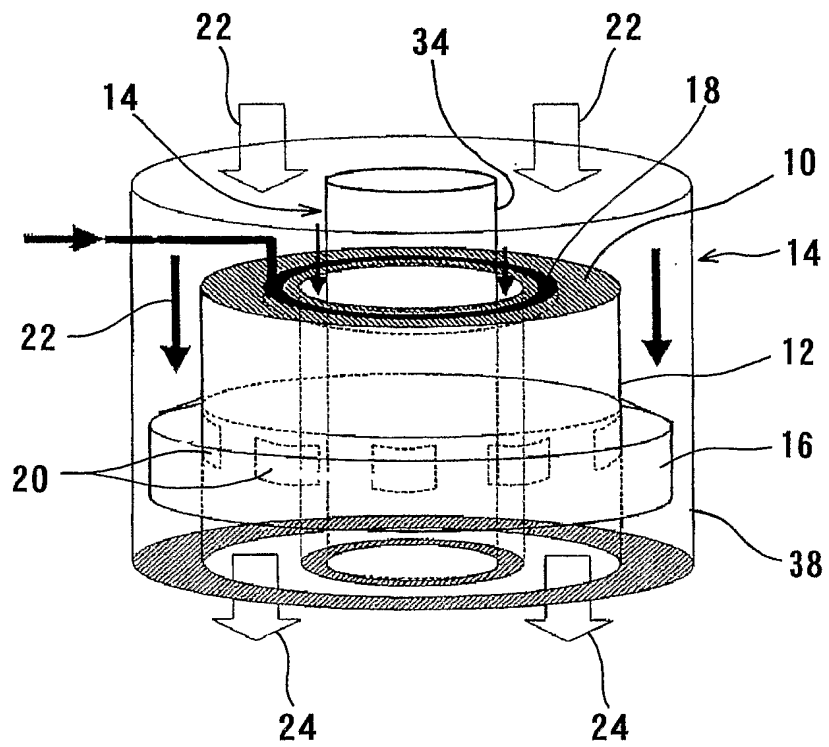
4/36

FIG. 4



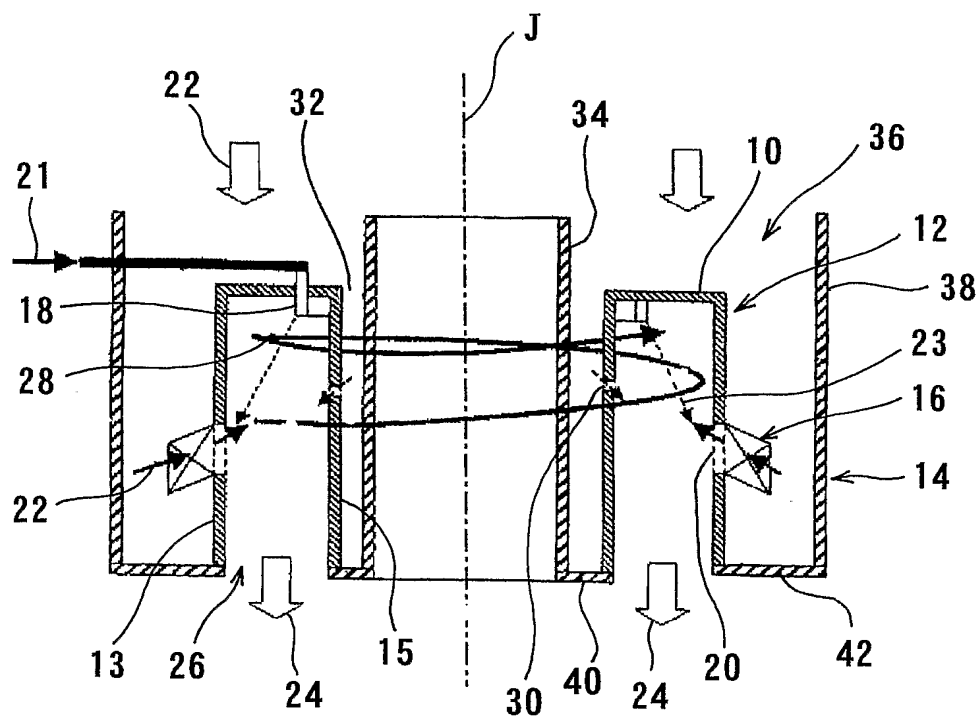
5/36

FIG. 5



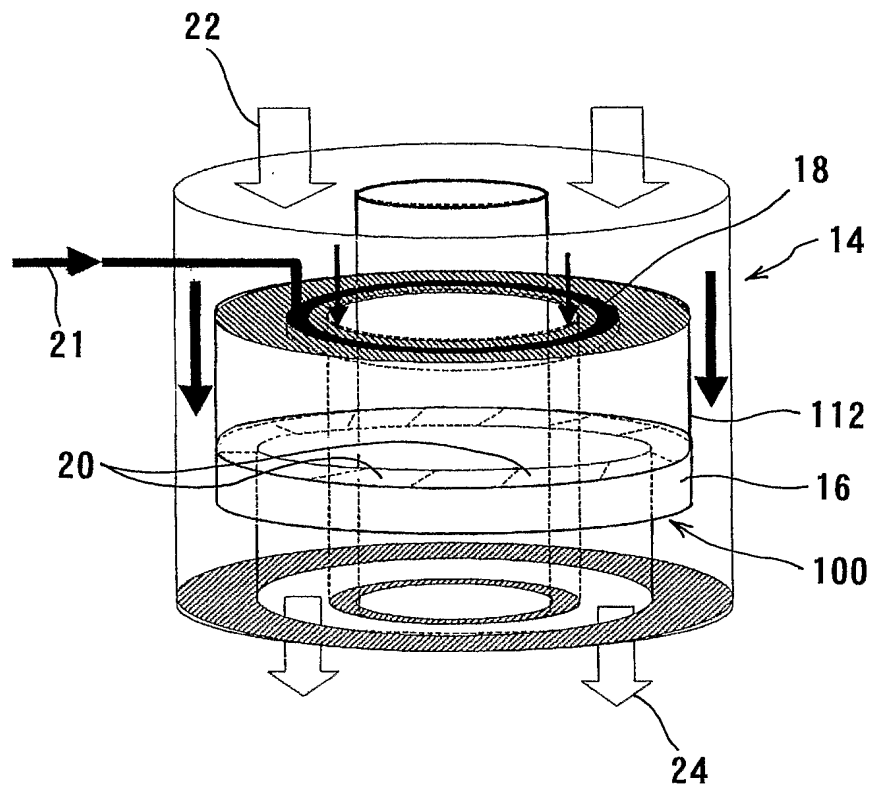
6/36

FIG. 6



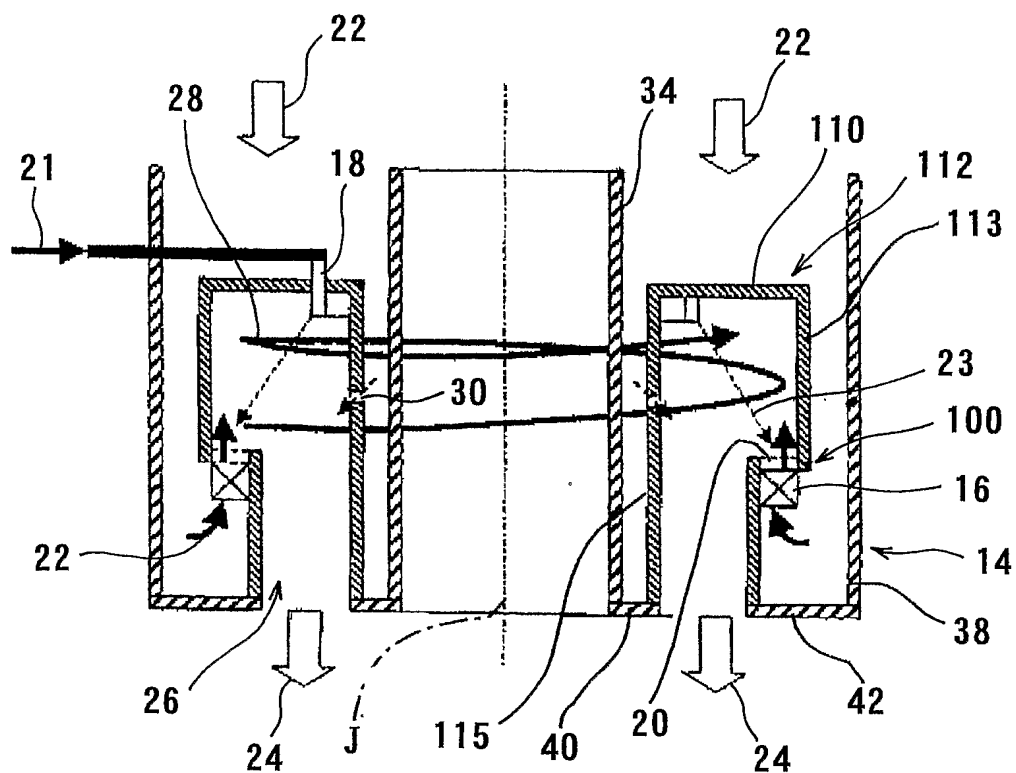
7/36

FIG. 7



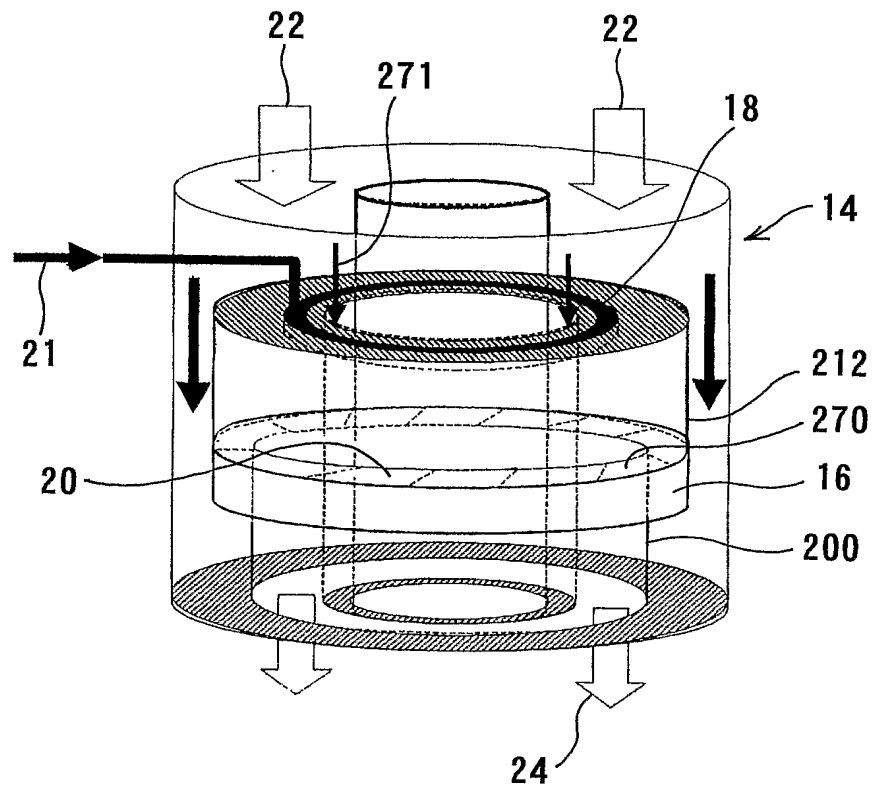
8/36

FIG. 8



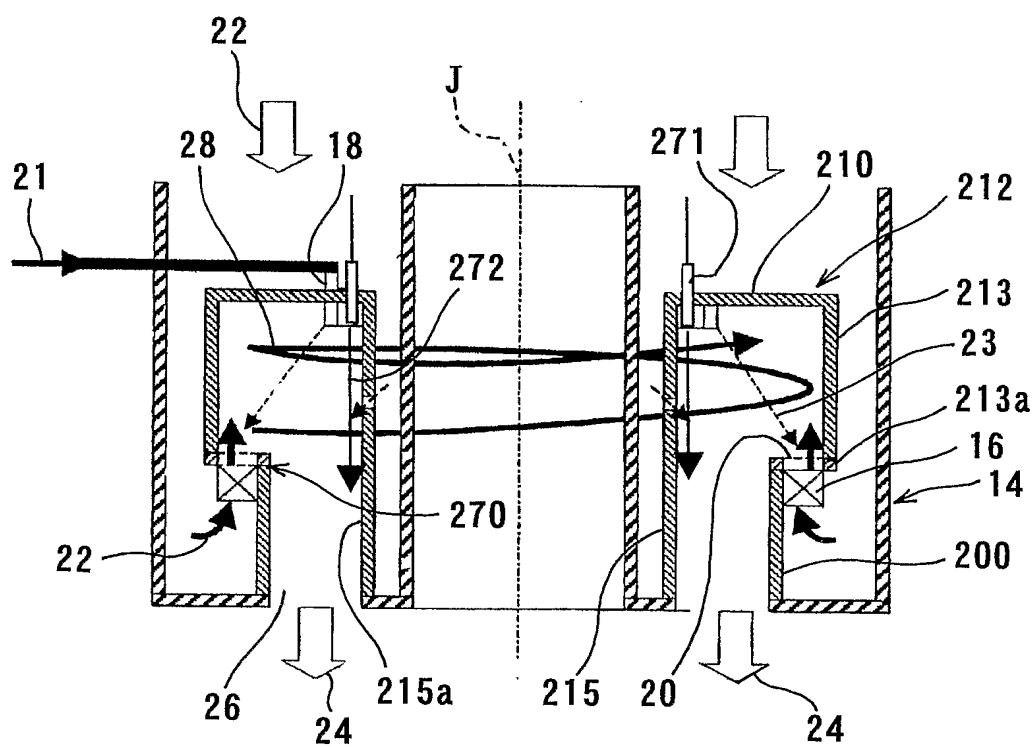
9/36

FIG. 9



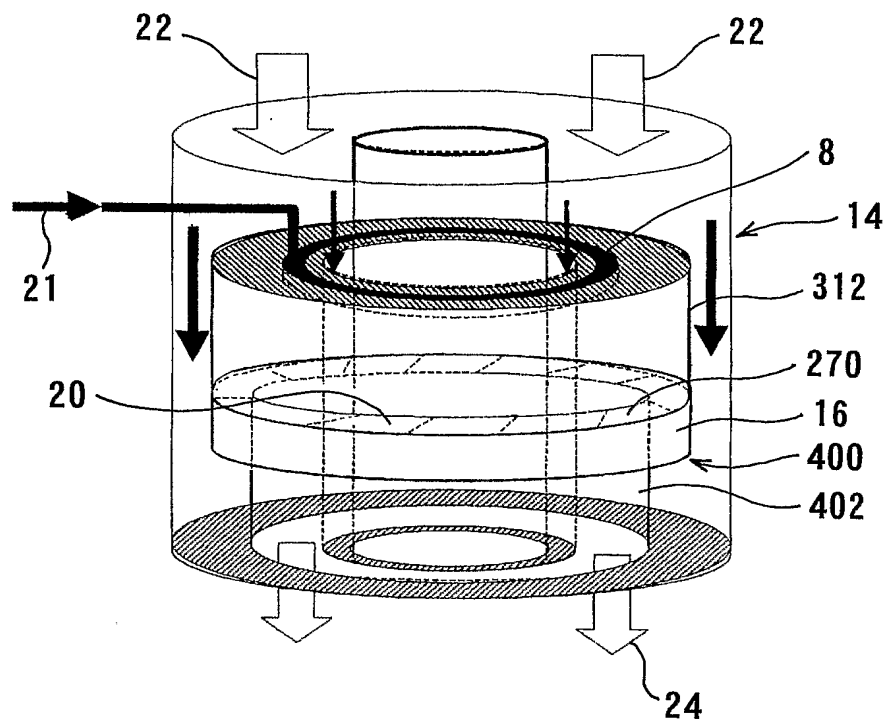
10/36

FIG. 10



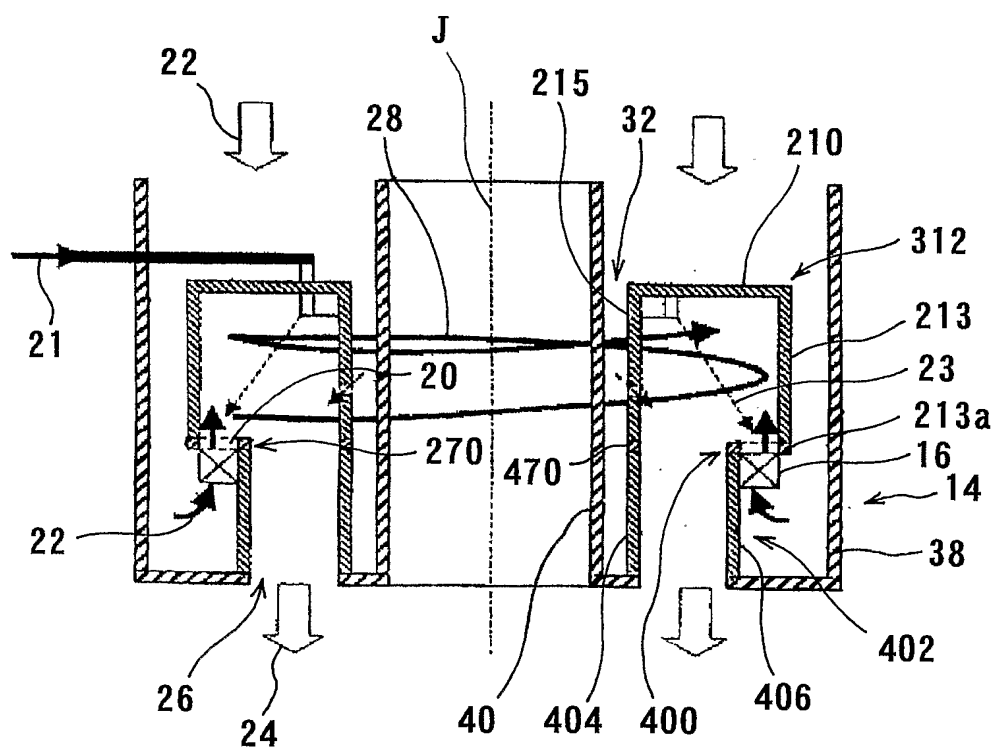
11/36

FIG. 11



12/36

FIG. 12



13/36

FIG. 13

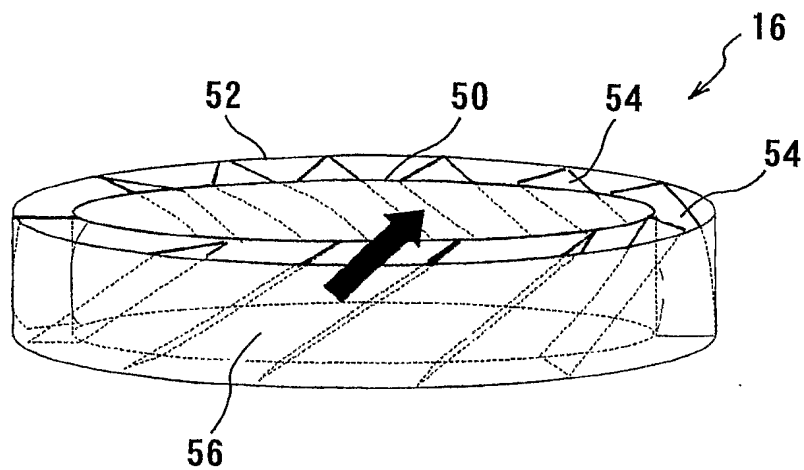


FIG. 14

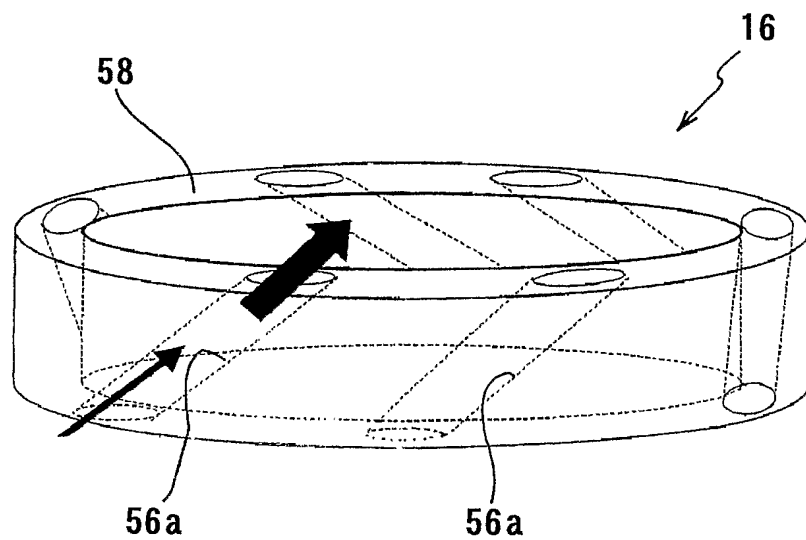
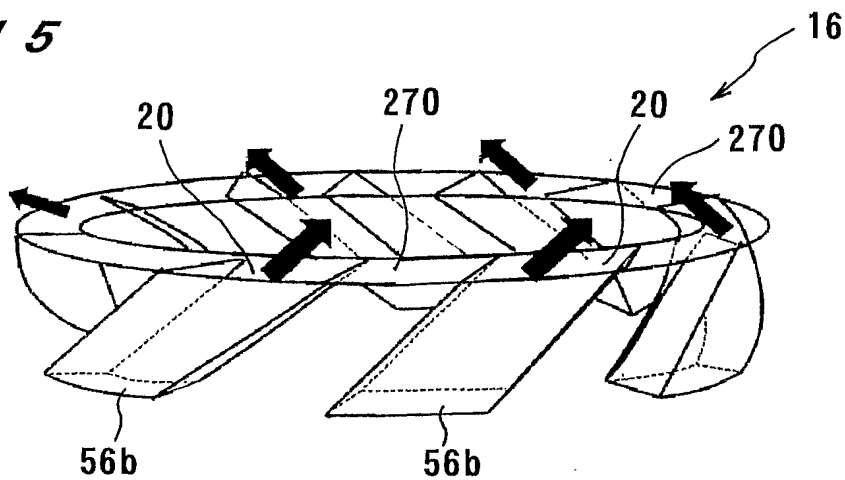
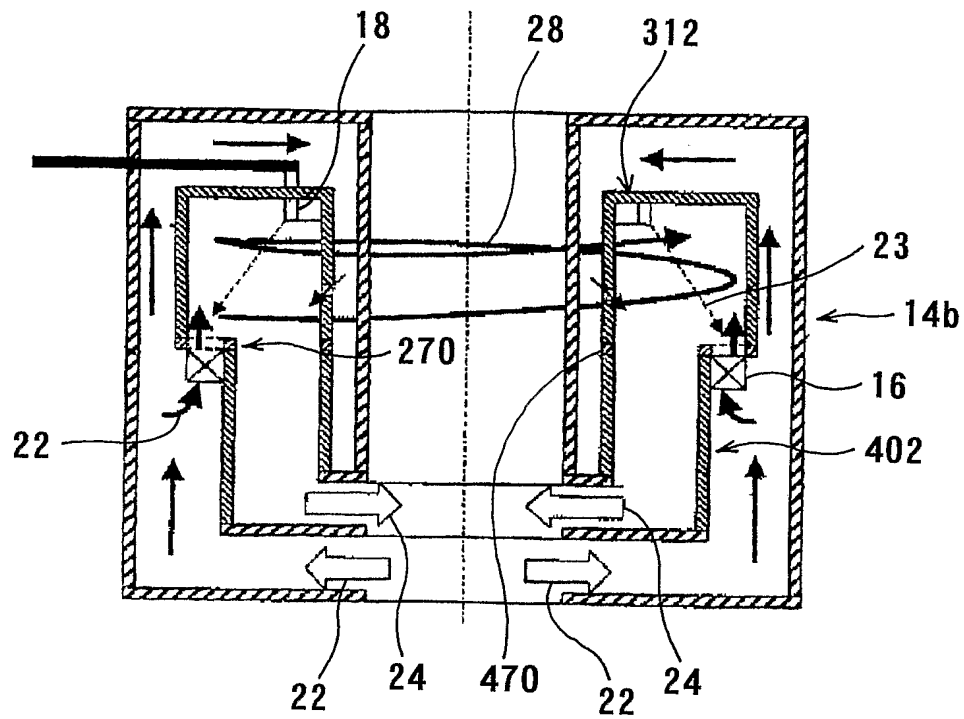


FIG. 15



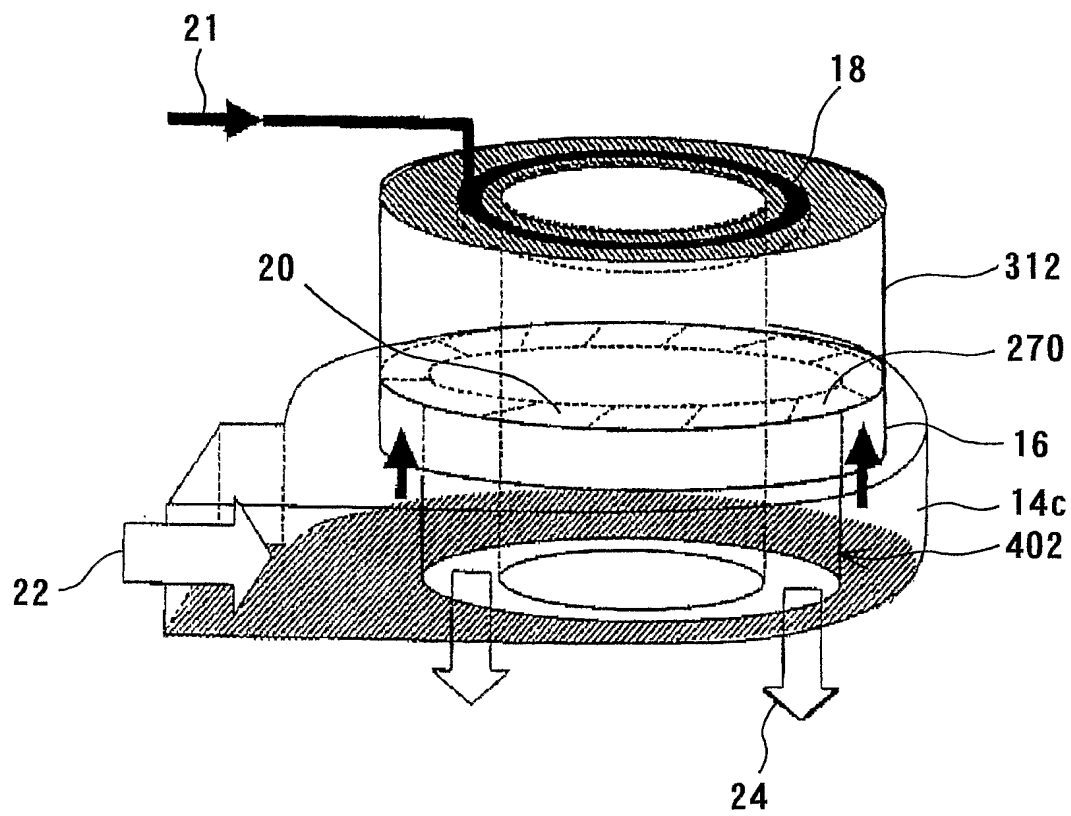
14/36

FIG. 16



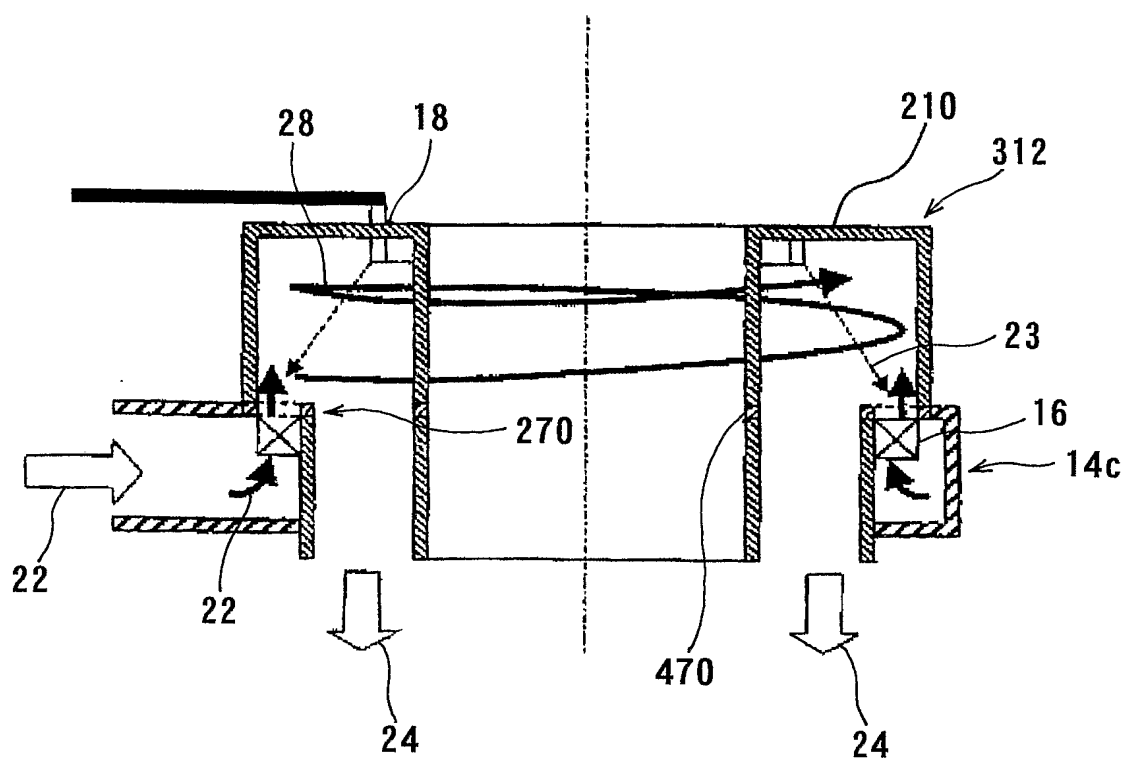
15/36

FIG. 17



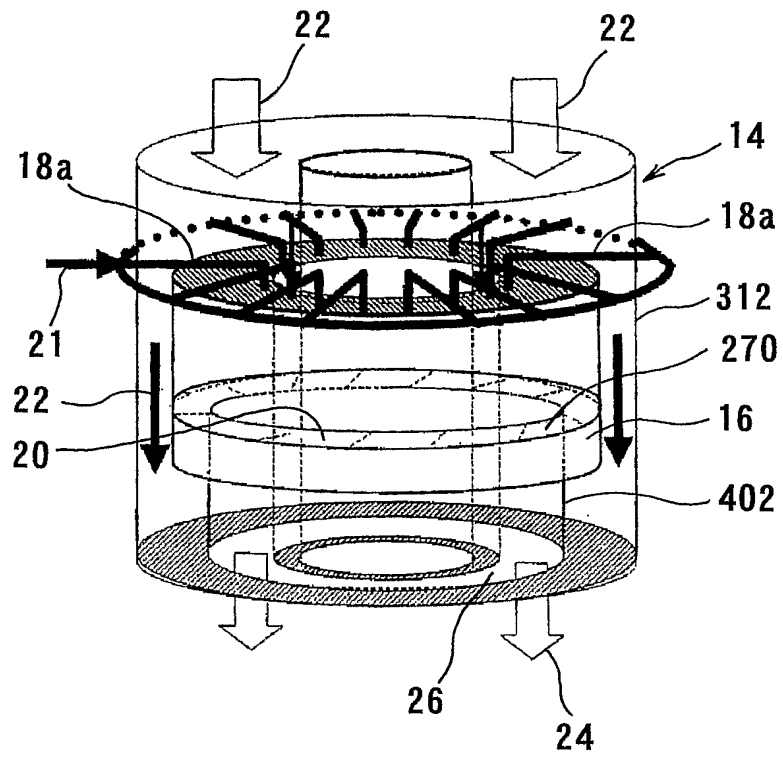
16/36

FIG. 18



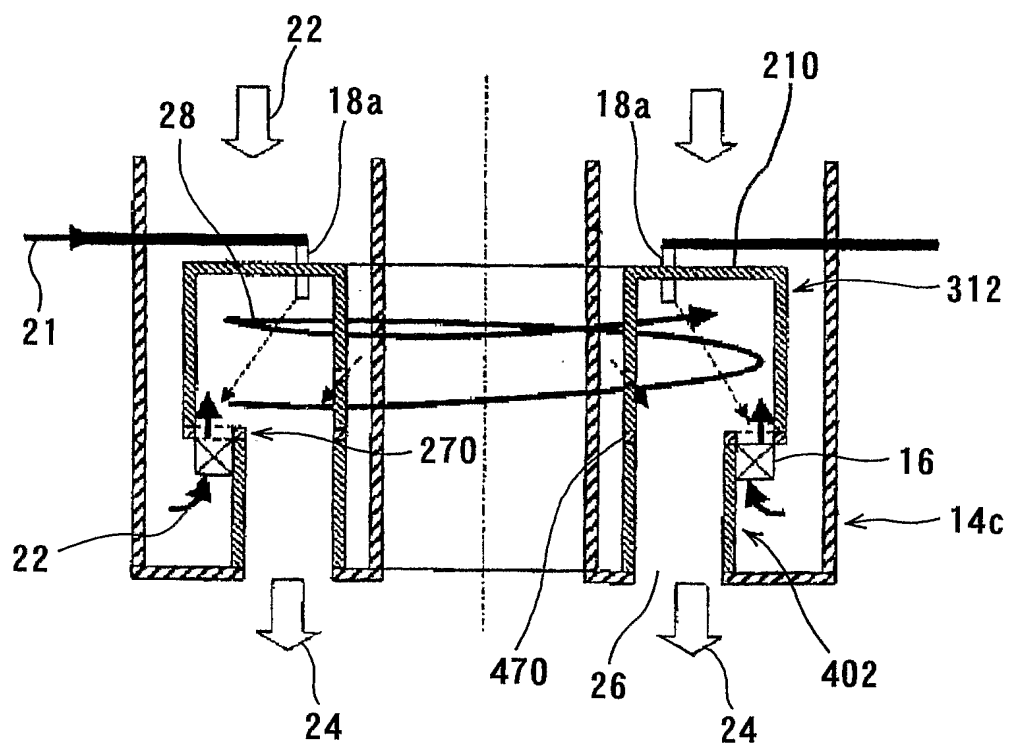
17/36

FIG. 19



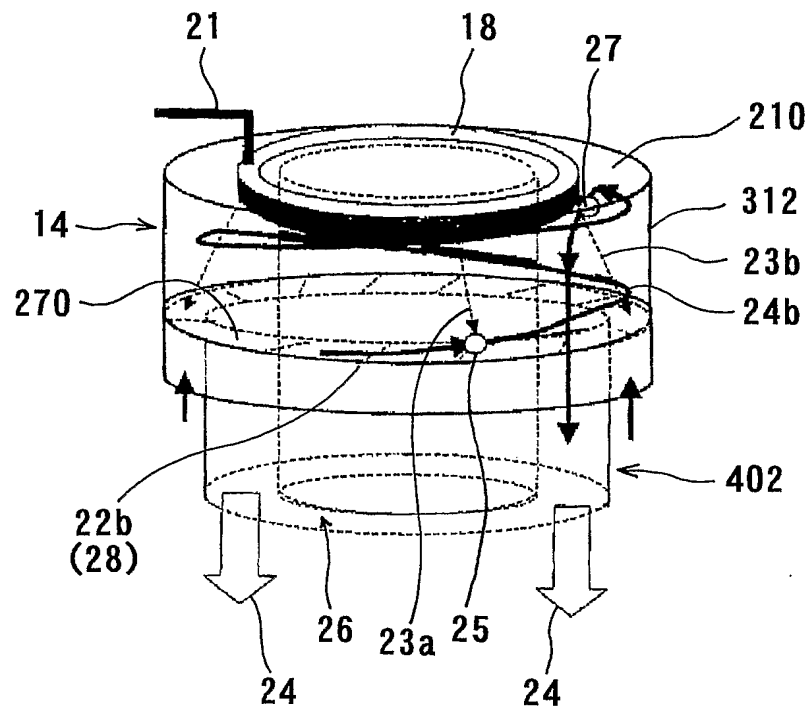
18/36

FIG. 20



19/36

FIG. 21



20/36

FIG. 22A

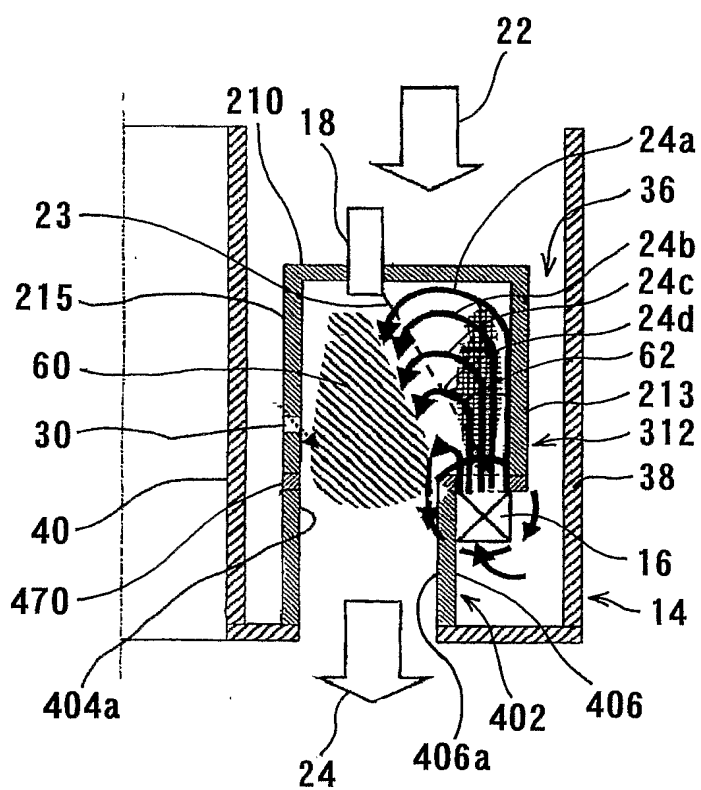
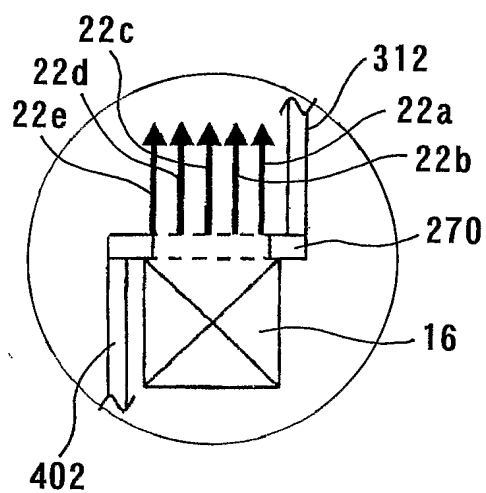
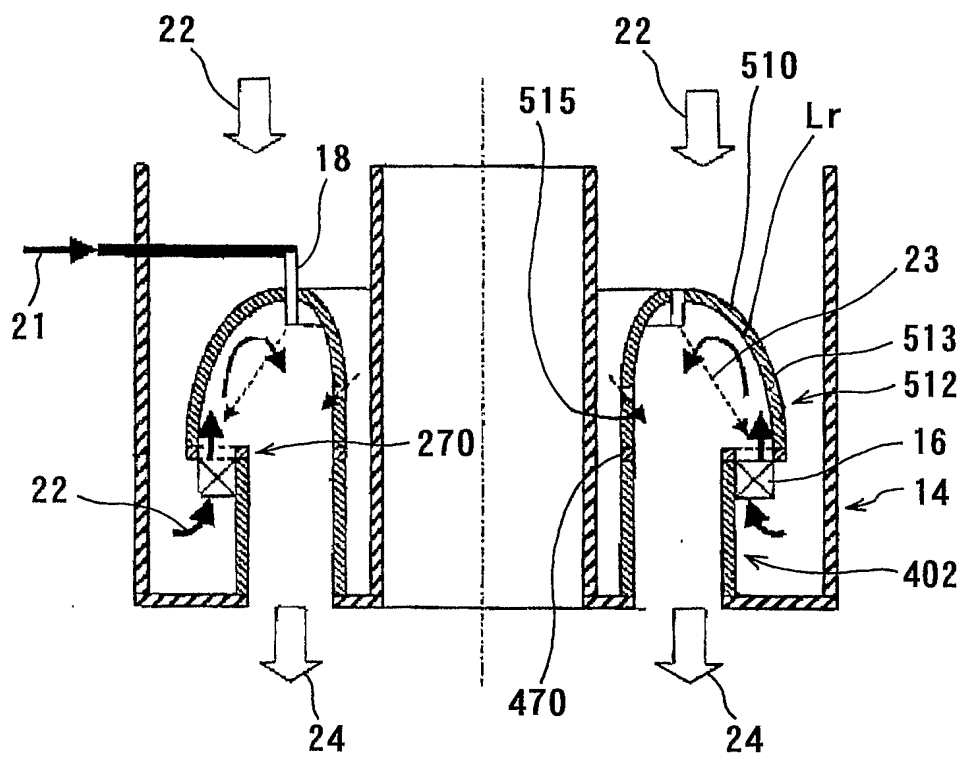


FIG. 22B



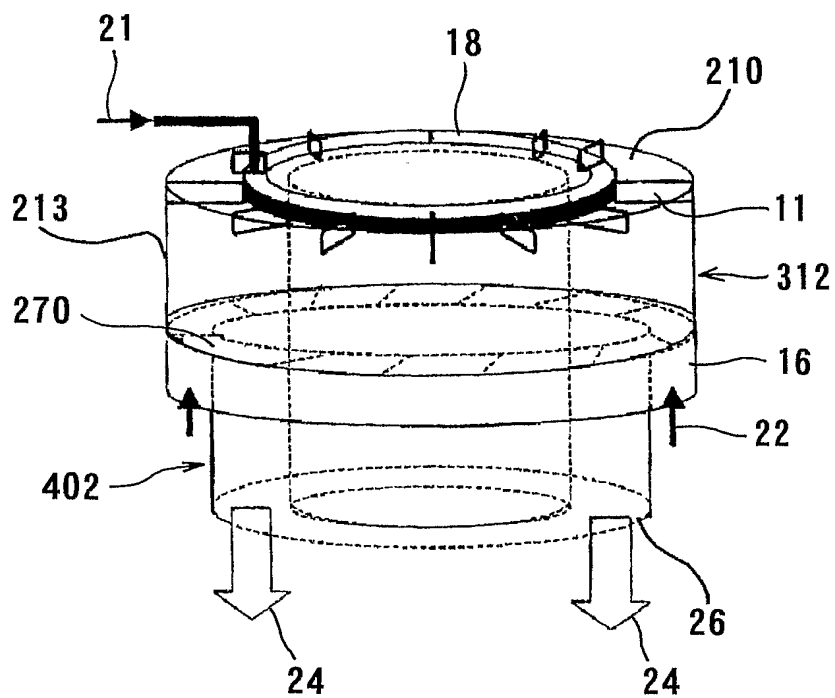
21/36

FIG. 23



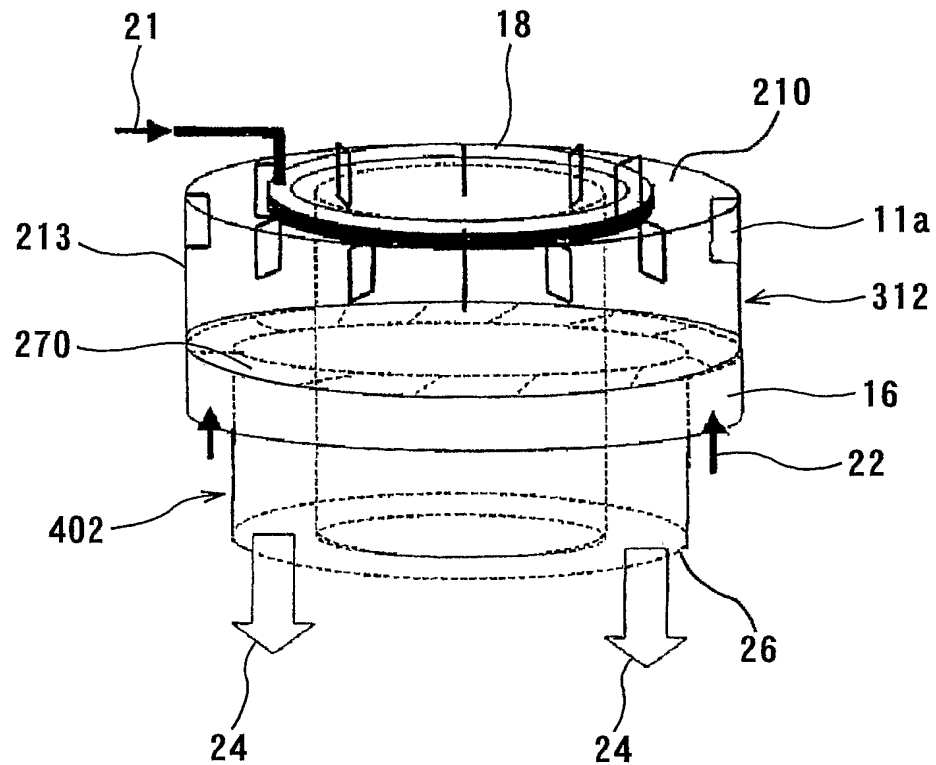
23/36

FIG. 25



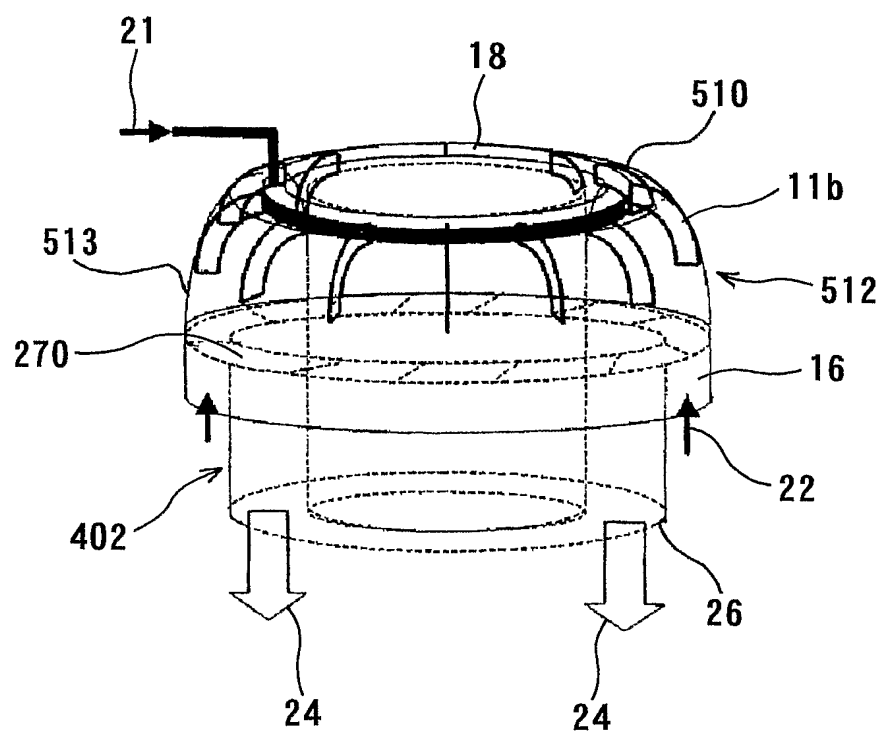
24/36

F / G. 26



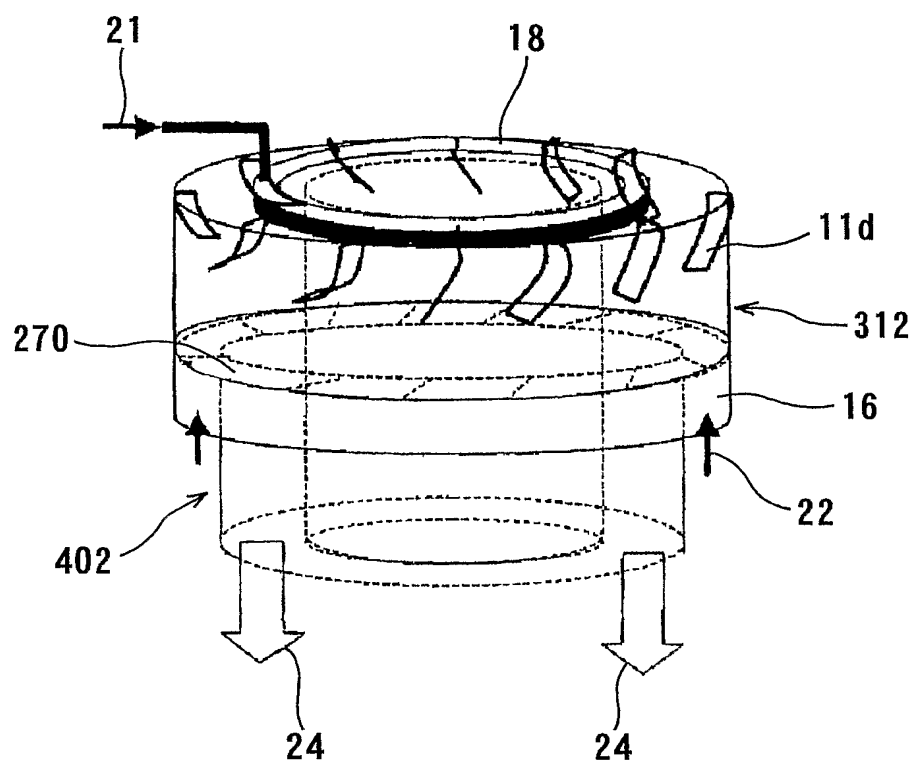
25/36

FIG. 27



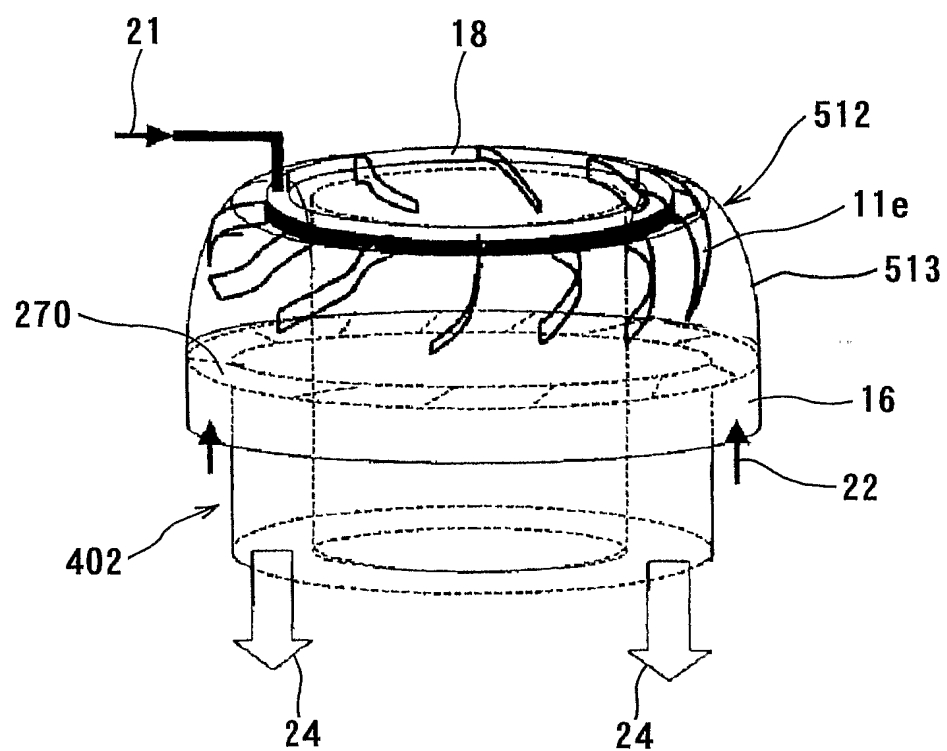
27/36

FIG. 29



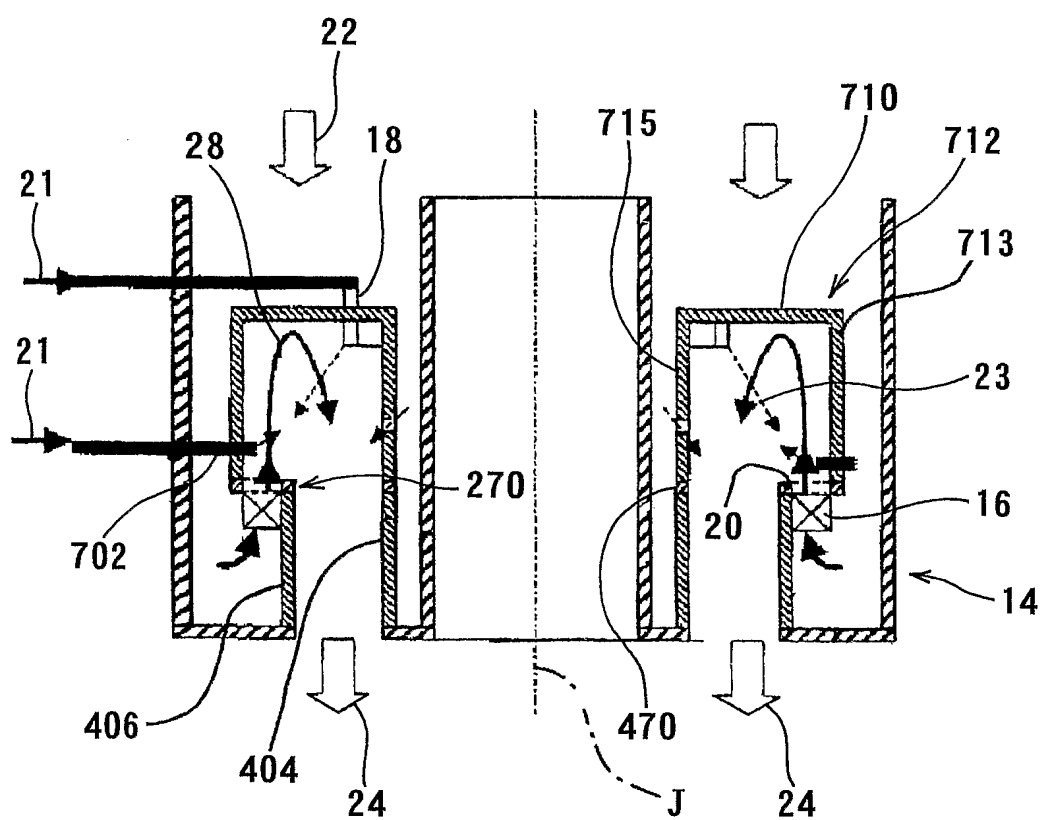
28/36

FIG. 30



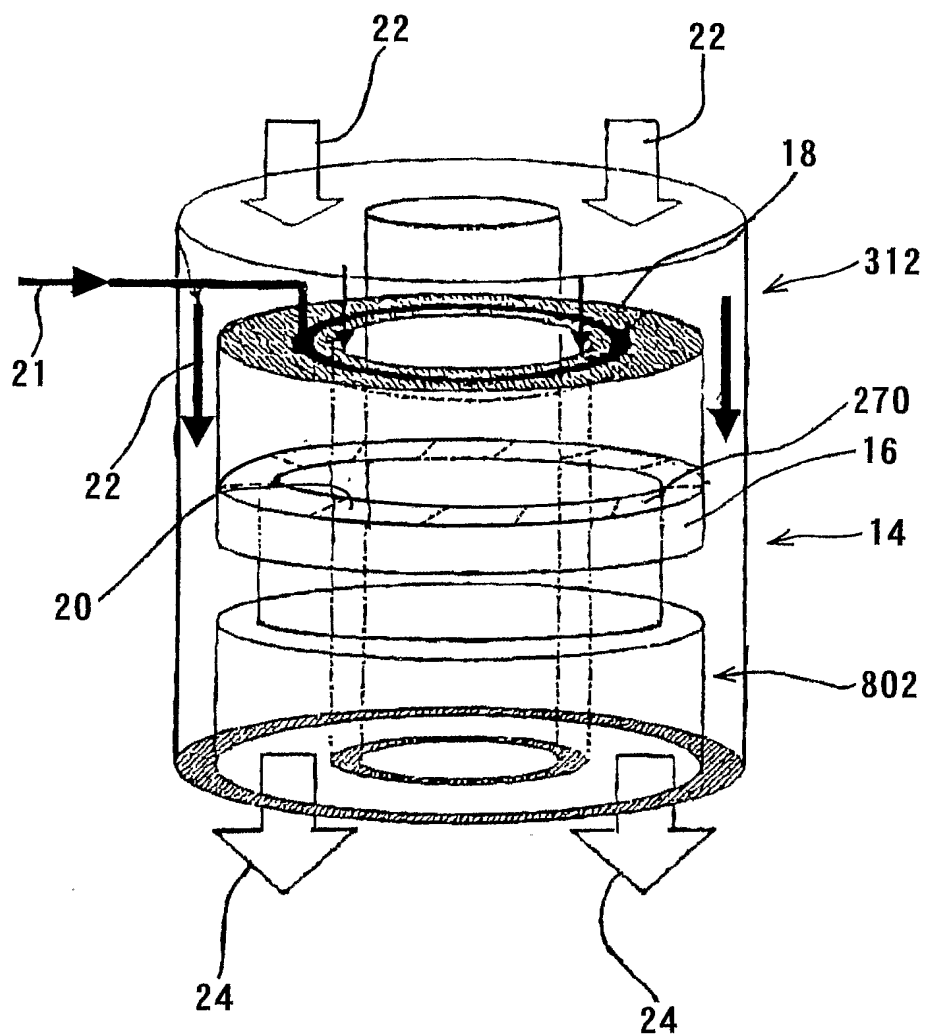
29/36

FIG. 31



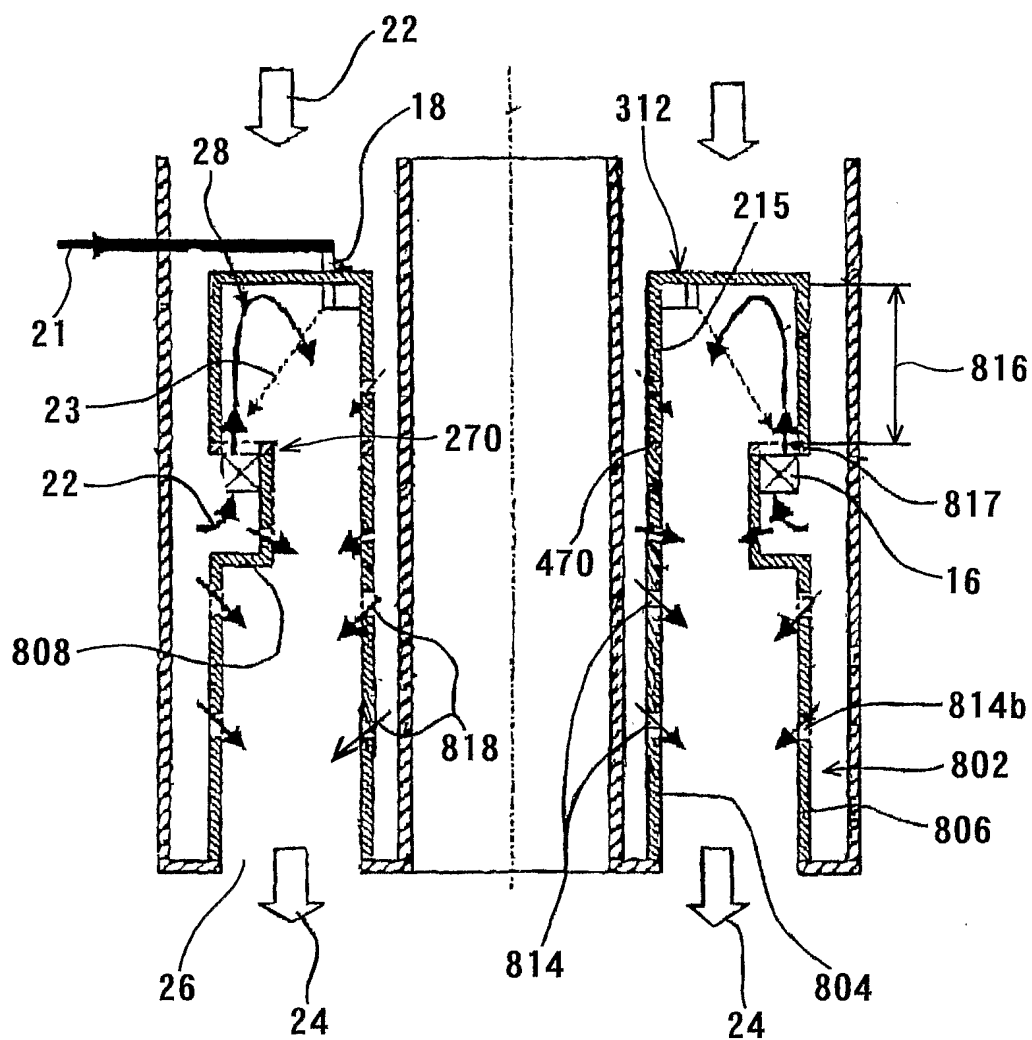
30/36

FIG. 32



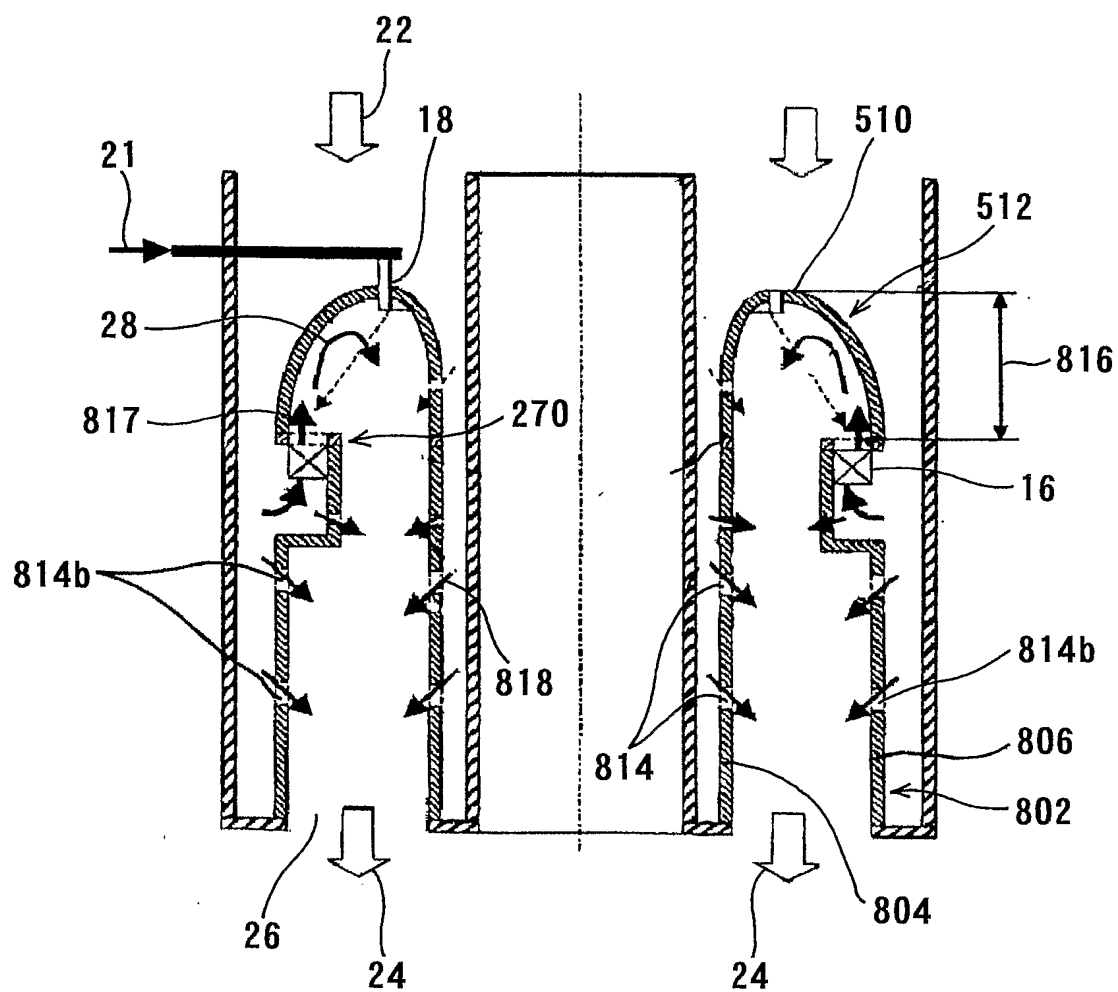
31/36

FIG. 33



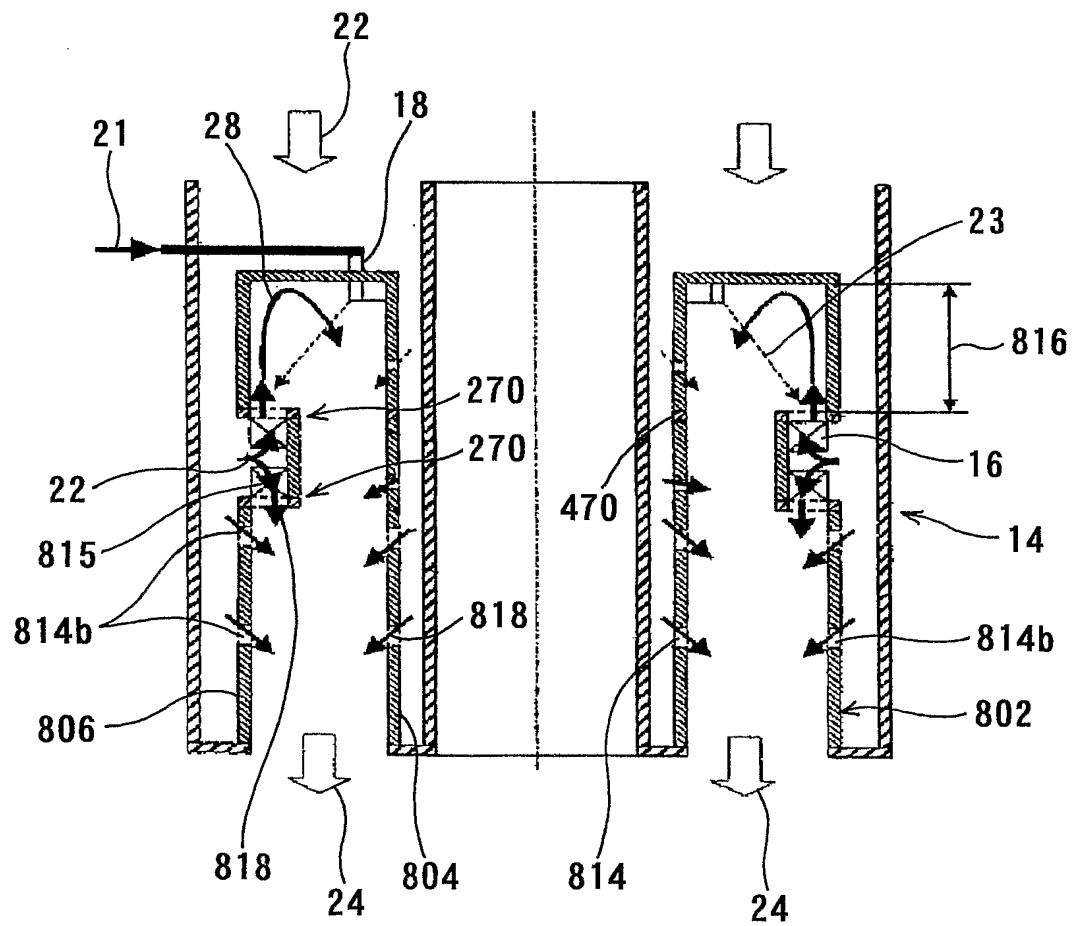
32/36

FIG. 34



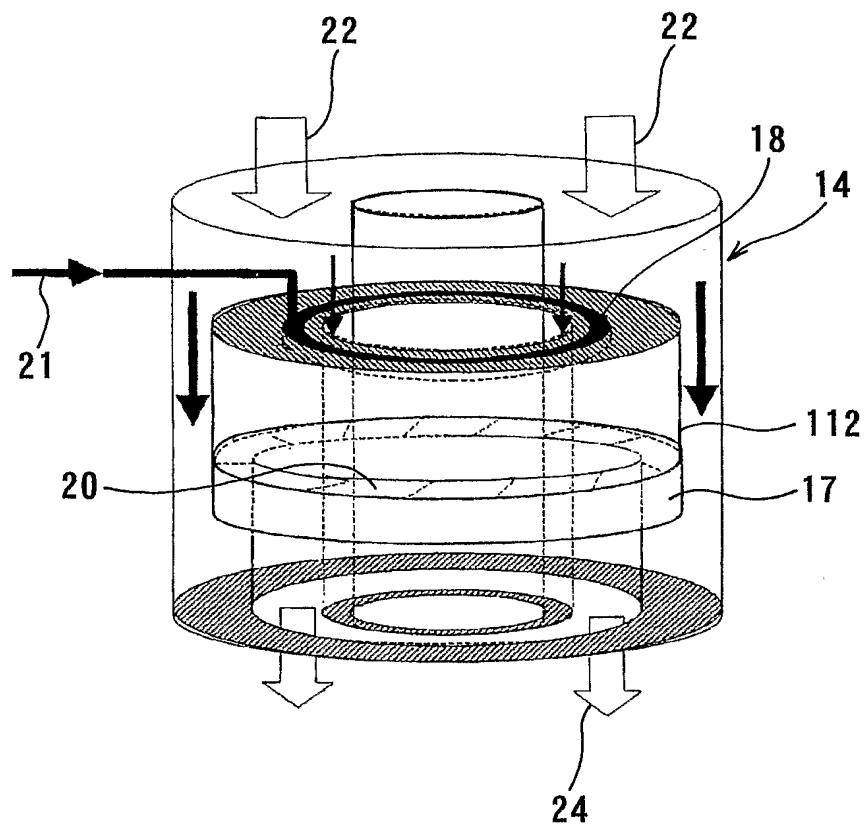
33/36

FIG. 35



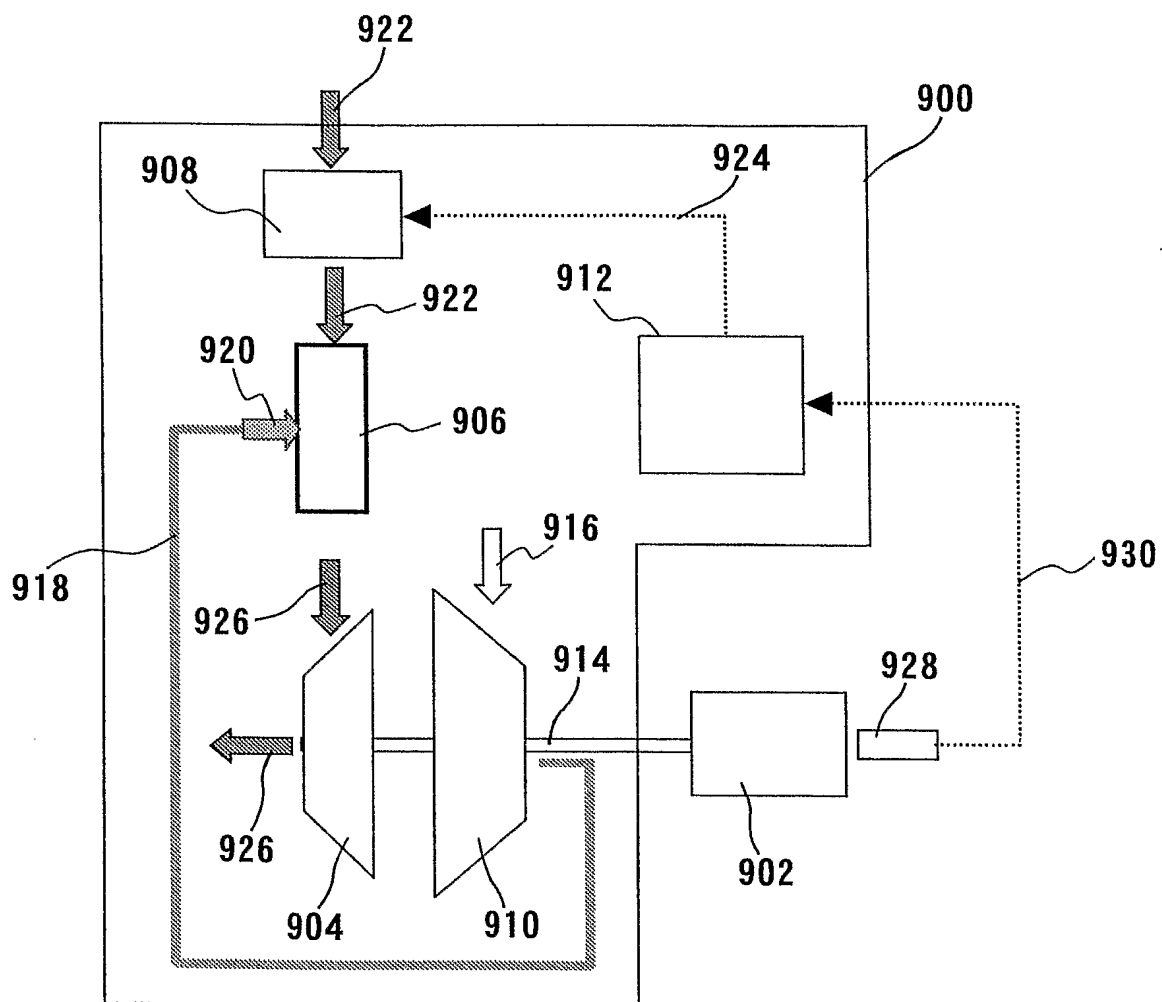
34/36

FIG. 36



36/36

FIG. 38



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002371

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ F23C11/00, F23D11/12, 14/02, 21/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ F23C11/00, F23D11/12, 14/02, 21/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 57-23770 Y2 (Osaka Gas Co., Ltd.), 24 May, 1982 (24.05.82), Full text; Figs. 3 to 5 (Family: none)	1-6, 11 7-10
Y A	EP 169431 A1 (HITACHI, LTD.), 29 January, 1986 (29.01.86), Full text; Figs. 1 to 24 & US 4898001 A1 & CA 1258379 A & JP 61-22106 A & JP 61-22127 A	1-6, 11 7-10
Y A	US 6481209 B1 (General Electric Co.), 19 November, 2002 (19.11.02), Full text; Figs. 1 to 24 & EP 1167881 A1 & JP 2002-22171 A	11 1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 April, 2005 (06.04.05)

Date of mailing of the international search report
19 April, 2005 (19.04.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002371

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5690039 A (RJM Corp.), 25 November, 1997 (25.11.97), Full text; Figs. 1 to 11 & WO 99009352 A1 & AU 4079297 A	1-11
A	JP 48-21227 A (Osaka Gas Co., Ltd.), 16 March, 1973 (16.03.73), Full text; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ F23C11/00, F23D11/12, 14/02, 21/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ F23C11/00, F23D11/12, 14/02, 21/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 57-23770 Y2 (大阪瓦斯株式会社) 1982.05.24, 全文, 第3-5図 (ファミリーなし)	1-6, 11 7-10
Y A	EP 169431 A1 (HITACHI, LTD.) 1986.01.29, 全文, 第1-24図 & US 4898001 A1 & CA 1258379 A & JP 61-22106 A & JP 61-22127 A	1-6, 11 7-10
Y A	US 6481209 B1 (General Electric Company) 2002.11.19, 全文, 第1-24図	11 1-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.04.2005

国際調査報告の発送日

19.4.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

長清 吉範

電話番号 03-3581-1101 内線 3337

3L

3114

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	& EP 1167881 A1 & JP 2002-22171 A	
A	US 5 6 9 0 0 3 9 A (RJM Corporation) 1 9 9 7 . 1 1 . 2 5 , 全文, 第 1 - 1 1 図 & WO 99009352 A1 & AU 4079297 A	1 - 1 1
A	JP 4 8 - 2 1 2 2 7 A (大阪瓦斯株式会社) 1 9 7 3 . 0 3 . 1 6 , 全文, 第 1 - 9 図 (ファミリーなし)	1 - 1 1